



Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Programozási Nyelvek és Fordítóprogramok Tanszék

Idősor vizualizációs webalkalmazás

Dr. Pataki Norbert

Adjunktus, PhD

Ovád Nóra

Programtervező Informatikus Bsc

Budapest, 2020

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
INFORMATIKAI KAR

SZAKDOLGOZAT TÉMABEJELENTŐ

Hallgató adatai:

Név: Ovád Nóra

Neptun kód: ISBN55

Képzési adatok:

Szak: programtervező informatikus, alapképzés (BA/BSc)

Tagozat: Nappali

Belső témavezetővel rendelkezem

Témavezető neve: Pataki Norbert

munkahelyének neve: ELTE IK, Prog. Nyelvek és Fordprog. Tanszék

munkahelyének címe: 1117. Bp. Pázmány Péter sétány 1/C

beosztás és iskolai végzettsége: Adjunktus, PhD

A szakdolgozat címe: Idősor vizualizációs webalkalmazás

A szakdolgozat témája:

(A témavezetővel konzultálva adja meg 1/2 - 1 oldal terjedelemben szakdolgozat témájának leírását)

A szakdolgozat célja egy webes környezetben futó alkalmazás, melynek fő funkciója, hogy különféle adatforrásokat (pl. egérmozgatást, telefon giroszkóp adatokat) különböző grafikonok segítségével vizuálisan ábrázoljon (pl. sebesség grafikon). Ezek az adatforrások időszorként reprezentálhatóak, valamint különféle vizuális ábrázolásuk megadható. Az adatforrások file-ban kerülnek elmentésre a szerveren későbbi újraindítás céljából. A webes alkalmazás különálló backendből és frontendből áll, a kettő között hálózati kommunikáció zajlik. A webes felületet a felhasználó saját ízlésének megfelelően alakíthatja. A felületen megtalálható többek között az adatforrás, a konfiguráció, a metaadatok és a különféle grafikonok. Az alkalmazás Törteli Olivér Máté közreműködésével készül.

Budapest, 2019.11.09.

Tartalom

1. Bevezetés.....	II
1.1 Témaválasztás.....	II
1.2 Célok.....	II
1.3 Ismert problémák.....	II
2. Felhasználói dokumentáció.....	IV
2.1 Rendszerkövetelmények.....	IV
2.1.1 Szerver.....	IV
2.1.2 Kliens.....	IV
2.2 Futtatás.....	IV
2.2.1 Szerver TODO idősor hozzáadása.....	IV
2.2.2 Kliens.....	V
2.3 Használat.....	V
2.3.1 Főoldal (index.html).....	V
2.3.2 Adatmegjelenítő oldal (TimeseriesClient.html).....	VI
2.3.2.1 Konfiguráció.....	VII
2.3.2.2 Idősorok metaadatai.....	VIII
2.3.2.3 Vonaldiagramok tulajdonságai.....	VIII
2.3.2.4 Vonaldiagramok kezelése.....	VIII
2.3.2.5 Animációk.....	IX
3. Fejlesztői dokumentáció.....	X
3.1 Használt fogalmak.....	X
4. Tesztelés.....	XI
4.1 Elm-test.....	XI
4.2 Kézi tesztelés.....	XIII
4.2.1 Konfiguráció.....	XIII
4.2.2 Digramonkénti konfiguráció.....	XIV
4.2.3 Animáció.....	XIV
4.2.4 Összefoglaló táblázat.....	XV

1. Bevezetés

1.1 Témaválasztás

A napjainkban is zajló digitális forradalom következtében egyre több adatot gyártunk, rögzítünk és használunk fel. Ezek az adatok igen sokfélék lehetnek, ide tartoznak például a rögzített GPS-koordináták, valutaárfolyamok, vagy akár a webes böngészési előzmények. Ezen adatok jelentős része időbeliséget is tartalmazó skaláris értékekből áll. Ezek az idősorok rengeteg területen felhasználhatóak, legyen szó akár irányított marketingről, tőzsdei elemzésekről vagy időjárás előrejelzésről. A felhasználás egyik fontos lépése az adatok elemzése, amihez szükség van az adatok vizualizációjára. A vizualizáció minősége jelentős mértékben segítheti vagy gátolhatja a kutatók munkáját. Például ha nem lehet belenagyítani a vonaldiagramokba, az szinte ellehetetleníti az elemzést. Ha pedig bizonyos funkciók el vannak rejtve vagy körülményes a használatuk, az ha nem is lehetetlenné, de nehezebbé teszi az elemzést. Ezzel szemben itt is igaz az "egy kép többet ér ezer szónál". Egy átlátható, kényelmesen állítható ábra felhívhatja a figyelmet az idősor olyan tulajdonságaira, amelyek felett könnyedén el is lehetne siklani.

Hallgatótársammal egy általános idősor esetén kényelmesen használható vizualizációs webalkalmazást kívántunk létrehozni.

1.2 Célok

Elsődleges célom az volt, hogy a webalkalmazás minél több olyan funkciót tartalmazzon, ami segíti egy általános idősor elemzését vagy idősorok összehasonlítását. Ugyanakkor csak ténylegesen felhasználható, a legtöbb idősornál valóban további, kiegészítő információkat tartalmazó lehetőségeket szerettem volna beletenni, hogy a felhasználói felület letisztult maradjon. Emellett célom volt az intuíciót segítő egyszerű animációk megjelenítése, amelyek a legtöbb hasonló megoldásban nem kerülnek előtérbe.

1.3 Ismert problémák

Kezdetől fogva bonyolult kérdés, hogy melyek ezek a hasznos funkciók. Például a megjelenítendő dimenziók kényelmes változtatása biztosan fontos, de a deriváltak van-e információtartalma minden idősor esetén? A nehézséget a feladat általánossága, az idősorok sokfélesége jelenti. Ezeket a döntéseket igyekeztem átgondoltan, többfajta idősort figyelembe véve, illetve saját tapasztalataim alapján meghozni.

2. Felhasználói dokumentáció

2.1 Rendszerkövetelmények

2.1.1 Szerver

A szervert Ubuntu (18.04.1) operációs rendszeren használtam, ennek vagy egyéb Linux-alapú operációs rendszernek a használatát ajánlom.

A szerver futtatásához szükségesek:

- Erlang (OTP 22)
- rebar3 (3.13.1)

2.1.2 Kliens

A kliens használatához egy böngészőre lesz szükség. Az alkalmazást a következő böngészőkkel teszteltem, ezek bármelyike használható:

- Ubuntu (18.04.1) operációs rendszer alatt:
 - Mozilla Firefox (75.0)
 - Google Chrome (81.0.4044.122)
- Microsoft Windows 10 Education (10.0.17.134) operációs rendszer alatt:
 - Mozilla Firefox (75.0 (64-bit))
 - Google Chrome (81.0.4044.122 (64-bit))

2.2 Futtatás

2.2.1 Szerver TODO idősor hozzáadása

A webszerver a command line – ban a *timeseries* mappában állva a következő paranccsal indítható:

```
rebar3 shell
```

A szerver a parancssorban állva a `Ctrl + c` billentyűkkel állítható le.

2.2.2 Kliens

A felhasználói felület a választott böngészőben, a szerveret futtató gép IP-címén, a 8080-as porton érhető el. A felület két oldalból áll, az index.html-ből és a TimeseriesClient.html-ből. Így például az index oldal elérése a böngészőből:

<IP-cím>:8080/index.html

2.3 Használat

2.3.1 Főoldal (index.html)

A főoldal felsorolja a szerveren található idősorokat és azok hosszát. Ezen információk alapján választhatunk, hogy melyiket szeretnénk vizsgálni. Az adatmegjelenítő oldalon lesz lehetőségünk más idősorra váltani vagy egyszerre több idősort megjeleníteni.

Timeseries Visualization

Choose a timeseries!

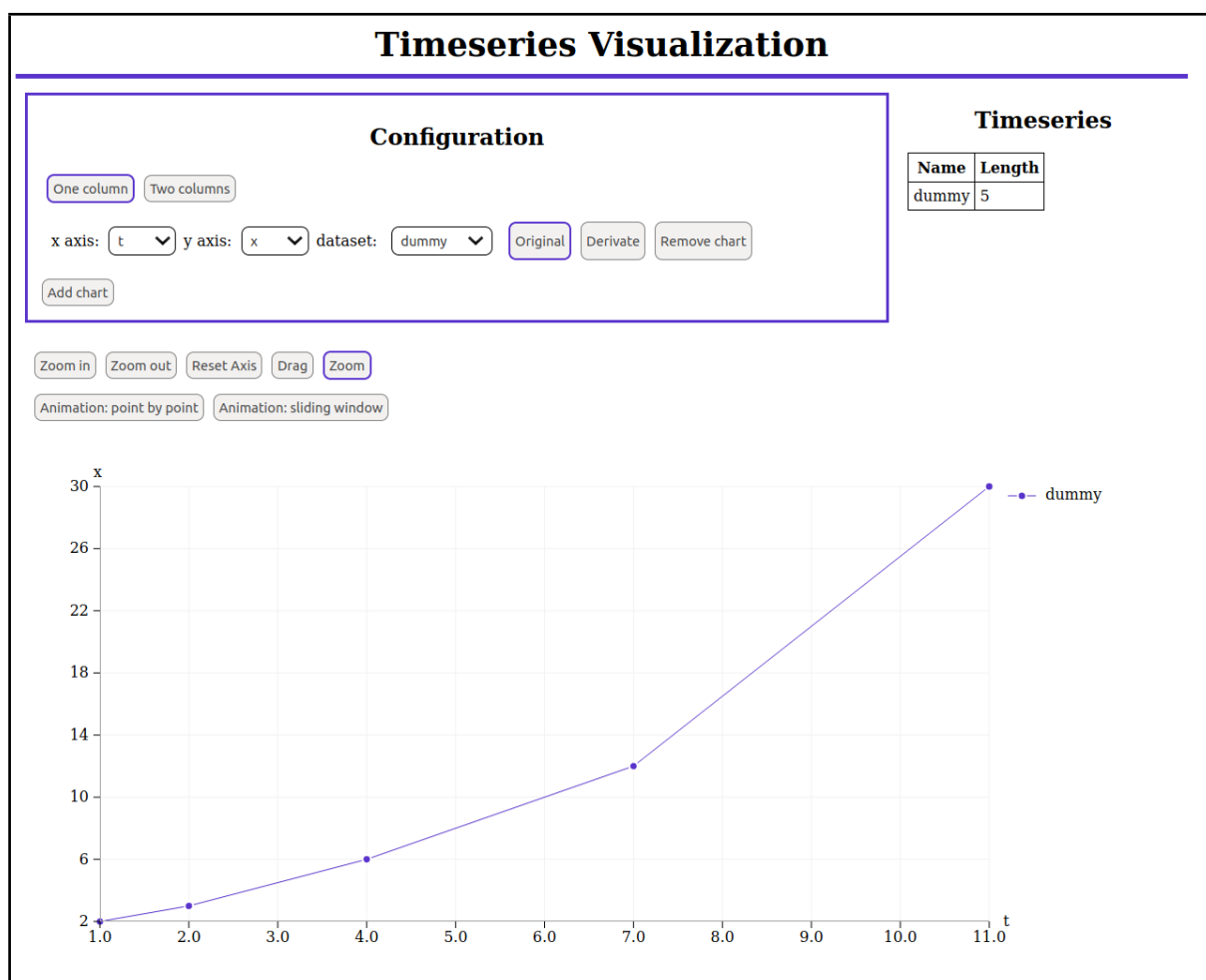
Name	Length
<input type="button" value="dummy"/>	5
<input type="button" value="dummy2"/>	100

1. ábra: főoldal

A kiválasztott idősorra kattinva átjutunk az adatmegjelenítő oldalra, ahol ki is rajzolódik egy vonaldiagram a kiválasztott idősorról.

2.3.2 Adatmegjelenítő oldal (TimeseriesClient.html)

Az adatmegjelenítő oldal elérhető a főoldalról vagy közvetlenül is. Előbbi esetben a kiválasztott idősorról jelenik meg egy vonaldiagram, utóbbi esetben pedig az első szerveren található idősorról. Kezdetben mindkét esetben egyoszlopos az elrendezés (egy diagram kitölti a teljes szélességet), a megjelenítendő dimenziók pedig az idősor első, illetve második dimenziói. Betöltéskor az eredeti adatok kerülnek megjelenítésre, később át lehet váltani a deriváltra.



2. ábra: adatmegjelenítő oldal betöltéskor

Az oldal három fő részből áll: a konfigurációs rész (kék keretben), az idősorok metaadataiból (kék keret jobb oldalán) és a vonaldiagramokból. Minden vonaldiagramhoz tartozik egy kezelőpanel (a vonaldiagram felett). Míg konfigurációs ablakban az választható ki, hogy milyen adatot szeretnénk látni, itt a megjelenítés módját (például nagyítás, animációk) tudjuk beállítani.

Ahol két mód közül lehet választani (oszlopok száma, deriválás, animáció típusa), ott az éppen aktív mód gombjának kék kerete van.

2.3.2.1 Konfiguráció

A konfigurációs részben állíthatjuk be a megjelenítendő adatokat. A lehetőségeken fentről lefelé, balról jobbra haladok végig.

`One column / Two columns`: Kiválaszthatjuk, hogy a vonaldiagramok egy vagy két oszlopban helyezkedjenek el. Utóbbi esetben a vonaldiagramok felsorolása a konfigurációs részben sorfolytonos. A diagramok mindkét esetben kitöltik a rendelkezésre álló szélességet, így két oszlop választásakor a diagramok mérete a felére csökken.

`x/y axis`: Diagramonként változtathatók a megjelenítendő dimenziók (x és y tengely). A lehetőségek között mindig megfelelő idősorok dimenziói szerepelnek, hiszen ezek idősortól függőek lehetnek. A dimenziók bármilyen párosa megjeleníthető.

`timeseries`: Minden diagramnál külön választhatunk a szerveren szereplő összes idősor közül. Ha olyan idősorra váltunk, amelyben megtalálhatóak az eddigi megjelenített dimenziók, akkor ezek beállítása megmarad, míg új dimenziók esetén az első kettő kerül kiválasztásra.

TODO ábra - különböző idősorok azonos dimenzióinak megjelenítése egymás mellett

`Original / Derivate`: Szintén diagramonként lehet választani a deriválást. Ilyenkor a kiválasztott dimenziók szerint történik a deriválás. Ennek a módnak a használatát a gombon megjelő kereten kívül az is jelzi, hogy az eredeti értékek sötétkékkel vannak megjelenítve, míg a deriváltak világoskékkel. Deriváláskor az x tengely nem változik, az y tengely pedig igazodik a derivált értékekhez.

TODO ábra - azonos idősor eredeti és derivált értékeinek megjelenítése egymás alatt

`Remove chart`: Minden diagram kitörölhető a sorból.

`Add chart`: Új diagram létrehozásakor annak beállítása az eddigi utolsó diagraméval fog megegyezni. Ha nincs előző diagram, akkor a szerveren megtalálható első idősorról jelenik meg egy vonaldiagram.

2.3.2.2 Idősorok metaadatai

A konfigurációs résztől jobbra helyezkedik el egy táblázat, ami a megjelenített idősorokat tartalmazza azok hosszával. Itt csak a megjelenített idősorok szerepelnek, nem az összes, amely megtalálható a szerveren, mint a főoldalon. Minden idősor csak egyszer szerepel, akkor is, ha több vonaldiagram is használja az adatait. Az a rész nem interaktív.

2.3.2.3 Vonaldiagramok tulajdonságai

A vonaldiagramoknak vannak passzív, az adatelemzést segítő tulajdonságai.

A kurzort a diagramban mozgatva annak pontos helyének koordinátái megjelennek a diagram jobb oldalán fekete színnel. Ez eltűnik, ha a kurzor elhagyja a diagram területét.

TODO ábra – kurzor koordinátáinak megjelenítése

Ha elég közel vagyunk a megjelenített pontok egyikéhez, akkor a diagram jobb oldalán a pontos koordináták helyett a közeli pont koordinátái jelennek meg kék színnel.

TODO ábra – mérési pont koordinátáinak megjelenítése

2.3.2.4 Vonaldiagramok kezelése

Lehetőség van diagramonként nagyításra, illetve a tengelyek elmozdításra. Erre a diagramok feletti kezelőpanelek első sora szolgál. A lehetőségeken balról jobbra haladok végig.

TODO ábra – diagramonként kezelőpanel első sora

`Zoom in / Zoom out`: Lehet gombnyomással nagyítani illetve kicsinyíteni a vonaldiagramban. Ezek mértéke olyan, hogy pont kiegyenlítsék egymást. Tehát egy nagyítás – kicsinyítés pár után az eredeti diagramot kapjuk vissza.

`Reset axis`: Vissza lehet állítani a tengelyeket az eredeti beosztásukra. Ilyenkor a legkisebb olyan intervallumok kerülnek kiválasztásra, amelyekkel minden pont láthatóvá válik. Animáció esetén ez az összes pontra vonatkozik, nem csak az éppen megjelenítettek.

`Drag`: Ezzel a gombbal válthatunk a tengelyek kézzel történő elmozdítására.

`Zoom`: Ezzel a gombbal válthatunk a kézi nagyításra. Az egér bal gombját lenyomva tartva kijelölhető egy téglalap (szürkével jelezve), ez lesz széthúzva a diagram teljes méretére az

egérgomb felengedésekor. Ha nagyon kicsi területet jelölünk ki (valamelyik tengely mentén a teljes hossz 5%-ánál kisebbet), akkor a nagyítás nem történik meg.

TODO ábra - kézi nagyításkor megjelenő szürke területkijelölő téglalap

2.3.2.5 Animációk

Az animációk kezelésére a diagramonkénti kezelőpanel második sora szolgál. Ha éppen nincs aktív animáció, akkor ez csak két gombból áll, amelyek az animációk elindítására szolgálnak.

TODO ábra – diagramonként kezelőpanel második sora animáció nélkül

TODO ábra – diagramonként kezelőpanel második sora animáció esetén

Aktív animáció esetén a panel elemei balról jobbra:

`Animation: point by point`: Ezzel a gombbal indíthatunk el pontonként megjelenítést. Az új pontok azonos időközönként jelennek meg.

`Animation: sliding window`: Egyszerre az idősor egy fix hosszú szakasza jelenik meg, ez azonos időközönként "vándorol".

`Pause / Continue / Start over`: A következő gomb funkciója az animáció állásától függ. Ha az animáció aktív, de még nem ért az idősor végére, akkor a `Pause` gombbal szüneteltethető. Szüneteltetés esetén az animáció a `Continue` gombbal folytatható. Ha pedig az animáció elérte az idősor végét, akkor a `Start over` gombbal indítható újra ugyanez az animáció.

`Stop`: Ezzel a gombbal szüntethetjük meg az animációt, az első két gomb inaktívvá válik és az idősor összes pontja megjelenítésre kerül.

Animációk közben is lehetőség van a kezelőpanel első sorának használatára, ezek értelemszerűen ugyanúgy működnek, mint animáció nélkül.

3. Fejlesztői dokumentáció

3.1 Használt fogalmak

Kigyűjtöttem néhány fogalmat, konvenciót, amit a felhasználói dokumentációban (és a kódban) az olvashatóság kedvéért alkalmazok.

- idősor/timeseries: A megjeleníteni kívánt adatsor.
- data/adatpont: Az idősor egy pontja.
- pont/point: Megjelenítendő pont x és y koordinátákkal.
- pont-sorozat: Megjelenítendő pontok listája.
- tengelyintervallum: A diagramok tengelyein megjelenő intervallum. Az ezekbe eső pontok kerülnek megjelenítésre.
- m előtag: Az elm nyelv gyakran használ `Maybe <XY>` típust, amit explicit típuskonverzával kell `<XY>` típusá tenni. A még nem konvertált változó rövid jelölésére használtam az m előtagot a kódban.
- elm-kód: Az elm-nyelven írt kódok, illetve az ezekből fordított javascript-kódok.
- javascript-kód: A html-kódokba beépített pár soros javascript kód. Ez köti be az elm-kódot az oldalba.
- huzogató: A megjelenített terület kézzel való mozgatása.

4. Tesztelés

Az egységtesztekhez az `elm-test` csomagot használtam. Ezzel kényelmesen írhatóak, futtathatóak a tesztek, de a programnak csak azon részére alkalmazható, ami nem függ az `elm`-en kívüli kódtól. Ezért szükséges a kézi tesztelés is.

4.1 Elm-test

Az egységtesztekkel a ellenőriztem a számítások helyességét, a idősor pont-sorozattá való alakulását, az inicializációkat és az `update` hatását tipikus használati esetekben. Utóbbinál feltételeztem, hogy a megfelelő `update` funkciók meghívásra kerülnek (például az egér eseményei megérkeznek). Az alábbiakban felsorolom a tesztelt funkciókat. Tesztcsoportoknál zárójelben jelzem a kódban szereplő leírást (idézőjelek között) vagy a tesztfüggvény nevét.

- számítások (calculations)
 - deriválás ("Derivate")
 - beosztás előállítása ("List from range"): Ez a vonaldiagramok tengelybeosztásainak előállításánál kerül felhasználásra.
- inicializációk (inits)
 - vonaldiagramok konfigurációjának inicializálása ("Init chartconfig")
- `update` helyessége (updates)
 - idősorváltás valamely diagramnál ("New timeseries name")
 - új megjelenítendő dimenzió az x tengelyen
 - új diagram hozzáadása
 - diagram törlése
 - megjelenítés kétszlopossá tévése
 - nagyítás ("Zoom")
 - kézi mozgatás ("Drag by hand")
 - megjelenített tér visszaállítása ("Reset axis")

- váltás a derivált megjelenítésre: Annak az ellenőrzése, hogy a megjelenített tengelyintervallumok megfelelően változnak-e.
- váltás a eredeti pont-sorozatra a derivált megjelenítés után: Annak az ellenőrzése, hogy a megjelenített tengelyintervallumok megfelelően változnak-e.
- az eltelt másodpercek kezelése animáció esetén ("Tick")
- idősor pont-sorozattá alakítása (pointsInChart)
 - adatpont ponttá alakítása ("Data to point")
 - idősor pont-sorozattá alakítása ("Timeseries to list of point")

A tesztek a `priv/monitor` mappában állva az `elm-test` paranccsal futtathatóak. További tesztesetek adhatóak a meglevő `TimeseriesClientTest.elm`-hez vagy létrehozható új `elm` file a `priv/monitor/tests` mappában.

```
elm-test 0.19.1-revision2
-----

Running 44 tests. To reproduce these results, run: elm-test --fuzz 100
--seed 32343170475351 /home/tucsok/Documents/szakdolg/timeseries/priv
/monitor/tests/TimeseriesClientTest.elm

TEST RUN PASSED

Duration: 823 ms
Passed: 44
Failed: 0
```

x. ábra: tesztek futtatásának eredménye





TODO ábra szám

Az `elm-test`-tel nem ellenőrizhetőek a következő dolgok:

- a kliens megfelelően kommunikál-e a szerverrel?
- a javascript és elm kód között megfelelő-e az adatátvitel? Ide tartoznak az elm által kezelt események (gombnyomás, egérmozgatás) és a portokon keresztül történő kommunikáció is (süti mentése, betöltése).
- megfelelő és esztétikus-e a megjelenítés?





4.2 Kézi tesztelés

A kézi tesztelést az alábbi böngészőkben végeztem (a táblázatokban a logóikkal jelölöm őket):

- Ubuntu (18.04.1) operációs rendszer alatt:
 - Mozilla Firefox (75.0) 
 - Google Chrome (81.0.4044.122) 
- Microsoft Windows 10 Education (10.0.17.134) operációs rendszer alatt:
 - Mozilla Firefox (75.0 (64-bit)) 
 - Google Chrome (81.0.4044.122 (64-bit)) 


Teszteltem a megjelenítést nagy idősorok esetén is. TODO mérete

4.2.1 Konfiguráció

Teszt eset	Elvárt viselkedés	Ubuntu		Windows 10	
					
Betöltés földalról érkező	Egy diagram a kiválasztott idősorral	✓	✓	✓	✓
Betöltés közvetlenül	Egy diagram egy (a szerveren levő) idősorral	✓	✓	✓	✓
Egyoszlopos elrendezés	Diagramok egymás alatt	✓	✓	✓	✓
Kétoszlopos elrendezés	Diagramok két oszlopban, konfigurációk sorfolytonosan	✓	✓	✓	✓
Új x tengely – x tengelyintervallum	Legszűkebb, minden új pontot tartalmazó x tengelyintervallum	✓	✓	✓	✓
Új x tengely – y tengelyintervallum	Nem változik.	✓	✓	✓	✓
Új y tengely – y tengelyintervallum	Legszűkebb, minden új pontot tartalmazó y tengelyintervallum	✓	✓	✓	✓
Új y tengely – x tengelyintervallum	Nem változik.	✓	✓	✓	✓
Új idősor – azonos dimenziók	Megjelenítendő dimenziók megmaradnak	✓	✓	✓	✓

Új idősor – más dimenziók	Új megjelenítendő dimenziók	TOD O	TOD O	TOD O	TOD O
Eredeti pontok deriválás után	Lehető legszűkebb, minden pontot tartalmazó y tengelyintervallum, x tengelyintervallum nem változik	✓	✓	✓	✓
Derivált pontok	Új y tengelyintervallum, x tengelyintervallum nem változik	✓	✓	✓	✓
Diagram törlése		✓	✓	✓	✓
Diagram hozzáadása	Eddigi utolsóval megegyező konfiguráció	✓	✓	✓	✓

4.2.2 Digramonkénti konfiguráció





Teszteset	Elvárt viselkedés	Ubuntu		Windows 10	
					
Nagyítás gombbal		✓	✓	✓	✓
Kicsinyítés gombbal		✓	✓	✓	✓
Kicsinyítés, majd nagyítás gombbal	Kiegyenlítik egymást (eredeti tengelyintervallumok)	✓	✓	✓	✓
Tengelyek visszaállítása – nagyítás után	Lehető legszűkebb, minden pontot tartalmazó tengelyintervallumok	✓	✓	✓	✓
Tengelyek visszaállítása – huzogatás után	Lehető legszűkebb, minden pontot tartalmazó tengelyintervallumok	✓	✓	✓	✓
Huzogatás - gomb	Drag gomb kék keretben	✓	✓	✓	✓
Huzogatás	A "megfogott" pont nem változik	✓	✓	✓	✓
Kézi nagyítás - gomb	Zoom gomb kék keretben	✓	✓	✓	✓
Kézi nagyítás – téglalap	Szürke téglalap jelzi a kijelölt területet	✓	✓	✓	✓
Kézi nagyítás – kilógva a diagramból	A szürke téglalap kilóg a diagram területéről, nagyítás a kilógó területre is	✗	✗	✗	✗
Kézi nagyítás	Kijelölt terület kinagyítva	✓	✓	✓	✓

Kézi nagyítás – kicsi terület kijelölve	Nincs nagyítás	✓	✓	✓	✓
Nagyítás gombbal - nagy idősor	Nem lassul le.	TOD O	TOD O	TOD O	TOD O
Nagyítás kézzel – nagy idősor	Nem lassul le.	TOD O	TOD O	TOD O	TOD O
Huzogatás – nagy idősor	Nem akad.	TOD O	TOD O	TOD O	TOD O

4.2.3 Animáció

Teszteset	Elvárt viselkedés	Ubuntu		Windows 10	
					
Nincs animáció	Második sorban két inaktív gomb	✓	✓	✓	✓
Pontonként	Egyenlő időközönként megjelennek a pontok	✓	✓	✓	✓
Futóablakkal	Futóablak végighalad a teljes idősoron	✓	✓	✓	✓
Szüneteltetés		✓	✓	✓	✓
Szüneteltetés, majd folytatás		✓	✓	✓	✓
Újrakezdés	Animáció végén van rá lehetőség	✓	✓	✓	✓
Animáció befejezése	Végig van rá lehetőség	✓	✓	✓	✓

4.2.4 Összefoglaló táblázat

Teszteset	Elvárt viselkedés	Ubuntu		Windows 10	
					
Üres szerver	Üres táblázat	✓	✓	✓	✓
Nincs diagram	Üres táblázat	✓	✓	✓	✓
Van diagram	Csak a diagramokon megjelenített	✓	✓	✓	✓

	idősorok szerepelnek benne				
--	----------------------------	--	--	--	--

A hibás tesztesetnél a nagyítani kívánt téglalap kinyúlik a vonaldiagram területéről. Illenkor eddig nem megjelenített területnek is elő kell kerülnie. A hiba az, hogy szürke területkijelölő téglalap nem követi az egeret a diagramon kívülre. Ennek oka, hogy az egér mozgatása nincs kezelve a diagramon kívül (de az egérgombok eseményei igen). A nagyítás már helyesen, az egér által kijelölt területre történik.

TODO ábra: diagram területéről kilógó nagyítás