

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Programozási Nyelvek és Fordítóprog-  
ramok Tanszék

---

# Interpoláció osztott rendszereken

Tejfel Máté  
egyetemi tanár

Cselyuszká Alexandra  
Informatika Bsc

Budapest, 2015

# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b>	<b>3</b>
1.1. Feladat elemzése . . . . .	3
1.2. Feladat megvalósítása . . . . .	4
<b>2. Felhasználói dokumentáció</b>	<b>5</b>
2.1. Bevezetés . . . . .	5
2.2. Telepítési útmutató . . . . .	5
2.2.1. Rendszer követelmények . . . . .	5
2.2.2. Segédprogramok telepítése . . . . .	5
2.2.3. Szerver és segédgépek üzembe helyezése . . . . .	5
2.2.4. Használati útmutató . . . . .	5
<b>3. Fejlesztői dokumentáció</b>	<b>6</b>
3.1. Megoldási terv . . . . .	6
3.1.1. Weboldal . . . . .	6
3.1.2. Elosztott rendszer . . . . .	7
3.1.3. Számítás . . . . .	8
3.1.4. Kommunikáció . . . . .	8
3.2. Felhasznált források és alkalmazásuk . . . . .	8
3.2.1. Grafikon kirajzoló - Flot . . . . .	8
3.2.2. Http szerver . . . . .	11
3.2.3. Ping-pong Node figyelő . . . . .	11
3.2.4. mochi json . . . . .	11
3.2.5. Erlang modul C++-ban : erl_nif . . . . .	11
3.3. Megvalósított mappaszerkezet . . . . .	11
3.4. Weboldal megvalósítása . . . . .	12
3.4.1. Felépítés . . . . .	12
3.4.2. Fontosabb objektumok és függvények . . . . .	13
3.5. Elosztott rendszer megvalósítása . . . . .	17
3.5.1. Web-szerver kommunikáció . . . . .	17
3.5.2. Adat feldolgozás . . . . .	18

3.5.3.	Gép-szerver kommunikáció . . . . .	19
3.5.4.	Elosztás megvalósítása . . . . .	19
3.6.	Kalkulátor . . . . .	20
3.6.1.	Felépítés . . . . .	20
3.6.2.	Fontosabb számítási függvények . . . . .	20
3.6.3.	Elosztott rendszerrel való kommunikáció . . . . .	21
3.7.	Tesztelési terv . . . . .	22
3.7.1.	Kalkulátor tesztelés . . . . .	22
3.7.2.	Komponens és integrációs tesztelés . . . . .	23
3.7.3.	Manuális tesztelés . . . . .	25

# 1. fejezet

## Bevezetés

*"A gyakorlatban sokszor felmerül olyan probléma, hogy egy nagyon költségesen kiszámítható függvénnyel kellene egy megadott intervallumon dolgoznunk. Ekkor például azt tehetjük, hogy néhány pontban kiszámítjuk a függvény értékét, majd keresünk olyan egyszerűbben számítható függvényt, amelyik illeszkedik az adott pontokra." [1]*

A szakdolgozatom célja ezekre a problémákra megoldást adni elosztott környezetben.

### 1.1. Feladat elemzése

Adott ponthalmazokból kívánunk egy közelítő polinomot becsülni. Ezeket különböző interpolációs technikával meg tudjuk adni, ki tudjuk számolni. Több interpolációs technika létezik, melyekből könnyen meg tudunk adni akár több polinomot is egy adott ponthalmazhoz.

Ezekkel a számításokkal előfordulhat, hogy lassan futnak, főleg ha több interpolációt kívánunk egyszerre számolni. Ebben az esetben optimálisabb több gépen számolni a különböző ponthalmazokat.

Ebben a feladatban egy speciális megvalósítása lesz ennek a számításnak.

A megvalósítás grafikus része egy weboldal, melyen szerkeszthetjük a ponthalmazokat. A számítás részét egy szerver végzi amely figyeli a felcsatlakozó gépeket. Amikor kap egy számítandó adathalmazt, akkor több gép segítségével kiszámítja az eredményt. Ha minden részfeladat végzett, akkor visszaküldi a weboldalra, ahol az eredmények megtekinthetők grafikus formában.

## 1.2. Feladat megvalósítása

A **grafikus felület** egy weboldal, mely JavaScript-ben és HTML-ben készült. A felületen egy listát tekinthetünk meg, ahova több ponthalmazt is felvehetünk.

Mentés hatására az értékek a háttérben eltárolódnak. A ponthalmazok közül választhatunk egyet, amely betöltődik a felületre.

A szerkesztő felület egy táblázatból és egy grafikonból áll, emellett még a különböző speciális számításra vonatkozó tulajdonságok (interpoláció típusa) valamint a grafikonon való megjelenítéshez tartozó tulajdonságok (polinom pontosság, megtekintendő intervallum) is szerkeszthetők.

Ha befejeztük a halmazok szerkesztését elküldhetjük a számítani kívánt értékeket a szerver felé.

A **szerver** feladata hogy figyelje a felületről érkező adatokat. Ha az adathalmaz megérkezett, akkor a szerver kibontja az adatokat egy JSON-ból, és elindítja az elosztást.

Az elosztáshoz a szerveren el kell indítani egy figyelő folyamatot amelyre lehetősége van egy külső gépnek felcsatlakozni. Amikor a szerveren indul egy számolás a felcsatlakozott gépeket lekérdezi, majd a feladatokat szétosztja.

A szerver megvalósítása és a gépekre való szétosztás Erlang-ban lett megvalósítva. A JSON feldolgozásához mochi-json lett alkalmazva. A feldolgozás után az adathalmazon végig megyünk és azok alapján felparaméterezzük, és meghívjuk a számítást végző függvényt.

A számításához használt maximális gépek száma paraméterként megadható, de a tényleges számítást csak annyi gépen tudjuk maximálisan végezni ahány gép felcsatlakozott a számításához.

A **számítás** megvalósítása C++ nyelven történt. A paraméterek alapján a Lagrange -féle, Newton -féle, Hermite -féle interpolációs technikák közül eldönti melyik esetet használja.

A programban kellett implemetálni egy egyszerű polinom szorzás és összeadást, valamint az interpolációkhoz szükséges függvényeket. A Lagrange számítás a polinom műveletek és a képlet felhasználásával ciklusokkal valósul meg. Newton és Hermite esetén a kapott adatokból először a kezdő mátrixot kell legenerálni, majd kiszámítani.

Abban az esetben ha Newton vagy Lagrange polinomot számolunk nem vesszük figyelembe a derivált pontokat, viszont figyelembe vesszük ha inverz számítást kívánunk végezni.

## 2. fejezet

# Felhasználói dokumentáció

### 2.1. Bevezetés

### 2.2. Telepítési útmutató

#### 2.2.1. Rendszer követelmények

#### 2.2.2. Segédprogramok telepítése

#### 2.2.3. Szerver és segédgépek üzembe helyezése

#### 2.2.4. Használati útmutató

Weboldal

Szerver

## 3. fejezet

# Fejlesztői dokumentáció

### 3.1. Megoldási terv

A program működése 2 részre bontható: weboldalra(kliens) és a szerverre. A weboldalon össze állított adatokat küldjük fel a szerverre, a szerver a megkapott adatok alapján számol.

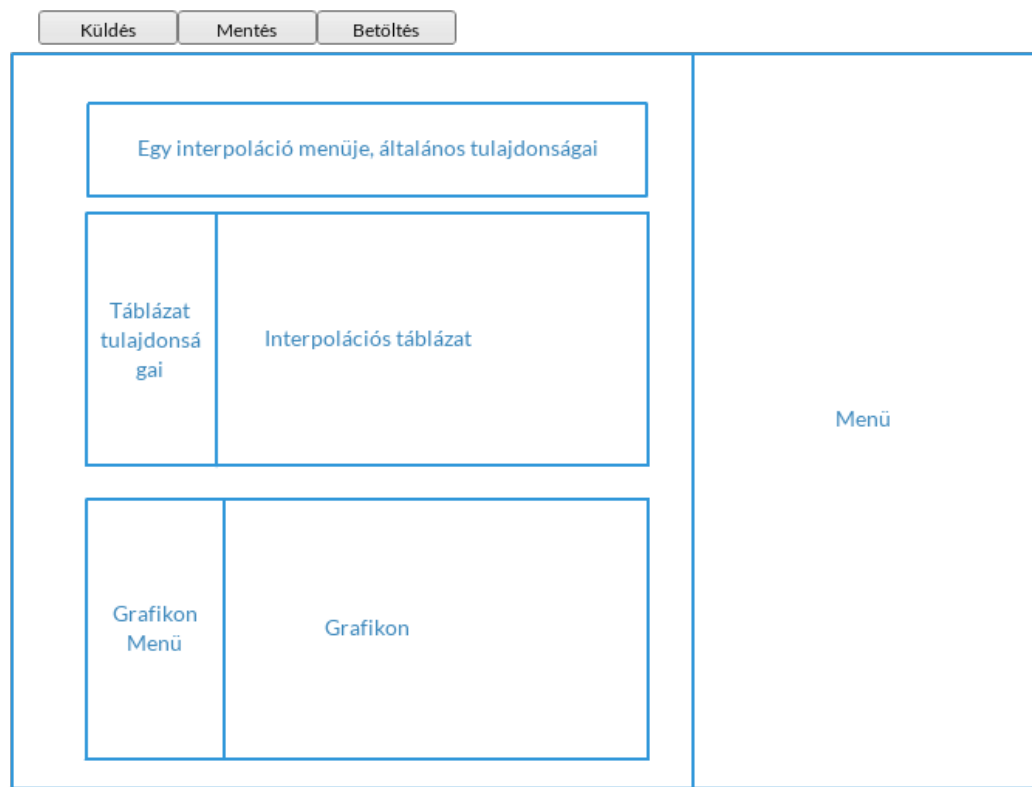
#### 3.1.1. Weboldal

A kliens megvalósításához az alábbi technológiák merültek fel : C++/Qt, C#, JS/HTML. Végül JavaScript-ben lett megvalósítva, első sorban a grafikon kirajzoló (Flot) miatt, de a szerver kommunikáció egyszerűsége is döntő ok volt amellet, hogy egy weboldal bármely gépen egyszerűen megnyitható, kezelhető.

Egy oldalból áll melyen a felhasználó szerkesztheti az adatokat. Azért nem lettek a részek külön oldalakon megvalósítva, mert az egyik oldalról az adatok átvitele egy másik oldalra nem annyira egyszerű, viszont nincs is olyan komplex az oldal, hogy szükséges legyen több aloldalra szétbontani. Az oldal megjelenés felépítése megtekinthető 3.1-es képen. A weboldalon meg kell valósítani a pontok dinamikus kirajzolását, és a táblázatos formában történő megjelenítést és szerkeszthetőséget. Mivel több interpolációt küldünk fel a szervernek ezért a weboldalon több szerkesztésre is lehetőséget kell adni.

Több interpoláció számítás szerkesztésének megvalósításához kell egy menü rendszer, amelyben eltárolódnak az adatok, és képesek betöltődni.

Az oldalon input-okat használunk még, és a dinamikus táblázat is JavaScript-ből van legenerálva. A táblázatokban sorok beszúrására teljes táblázat törlésre is lehetőséget kell adni. A táblázatokban inputok vannak az egyes cellákban melyben egyszerű értékek, vagy akár komplexebb Objektumok is találhatóak. A bonyolultabb objektumokat json string-ben tároljuk ezekben az inputokban.



3.1. ábra. Weboldal vázlata

A menü listájában új adathalmazokat hozhat létre, a régieket szerkesztheti. Amikor a felhasználó pontokat, megjelenítést frissít a legtöbb esetben az oldal már a háttérben menti az adatokat a listába. Amikor egy másik interpolációt választunk ki, akkor az betöltődik a táblázatba, és a grafikonba. A módosítások és mentés esetén az aktuálisan kiválasztott interpolációs adathalmaz sora fog frissülni. Ha a felhasználó végzett egy gombra nyomással a program legenerálja a szükséges objektumot.

A felület sok gombot tartalmaz, melyek hatására frissíthetők az adatok. Amikor frissítünk egy részt, általában mentődnek az értékek egy inputba JSON formában.

### 3.1.2. Elosztott rendszer

Az elosztott rendszer megvalósításához az alábbi technológiák merültek fel: C++/PVM, Erlang. Miután a JavaScript mellett döntöttem a grafikus felületen, ezután optimálisabbnak tűnt egy hasonlóan gyengén típusos nyelvnek a használata. Az Erlang elég jól támogatja párhuzamosítást és a szerver kommunikációt is, és bár az algoritmusok implementálása nehezebb lett volna, de C++-ban megvalósított függvények beépítése miatt ez a probléma megoldódott.

TODO : "nodeHandler"



### 3.1.3. Számítás

A számítás megvalósításánál felmerült hogy Erlang-ban legyen, de mivel a számítást ciklusokkal érdemes megvalósítani, ezért egyszerűbb volt egy nem funkcionális nyelvben implementálni azokat. A C++-os függvényeket fel lehetett használni az Erlang modulokban.

### 3.1.4. Kommunikáció

Amikor a szervert létrehozuk akkor inicializálunk két processzt. Az egyik a kliens felől várakozik kérésre, a másik a node-ok felől. Amikor egy node fel kíván csatlakozni küld egy kérést. Ha sikeres volt akkor a szerver ezt jelzi neki, és felkerül a listára. A weboldalon egy gomb hatására megy egy kérés a szerver felé. A szerver jó esetben fogadja a kérést. Ha nem sikerült kapcsolatba lépnie a szerverrel, akkor jelzi a felhasználónak hogy a kapcsolódás során hiba lépett fel.

Ha fogadta a kérést, akkor megpróbálja feldolgozni az adatokat. Ha sikeresen feldolgozta az adatokat, abban az esetben elindul a szétoztás.

A szétoztás során a felcsatlakozott gépeken létre jönnek a processzek, majd kapnak egy adathalmazt mellyel számolniuk kell. Ha végeztek, az eredményt visszaküldik a szülő processznek. A szülő processz, ha megkapott minden értéket, azt visszaküldi a weboldalnak.

A weboldal sikeres válasz után betölti az eredményeket.

## 3.2. Felhasznált források és alkalmazásuk

### 3.2.1. Grafikon kirajzoló - Flot

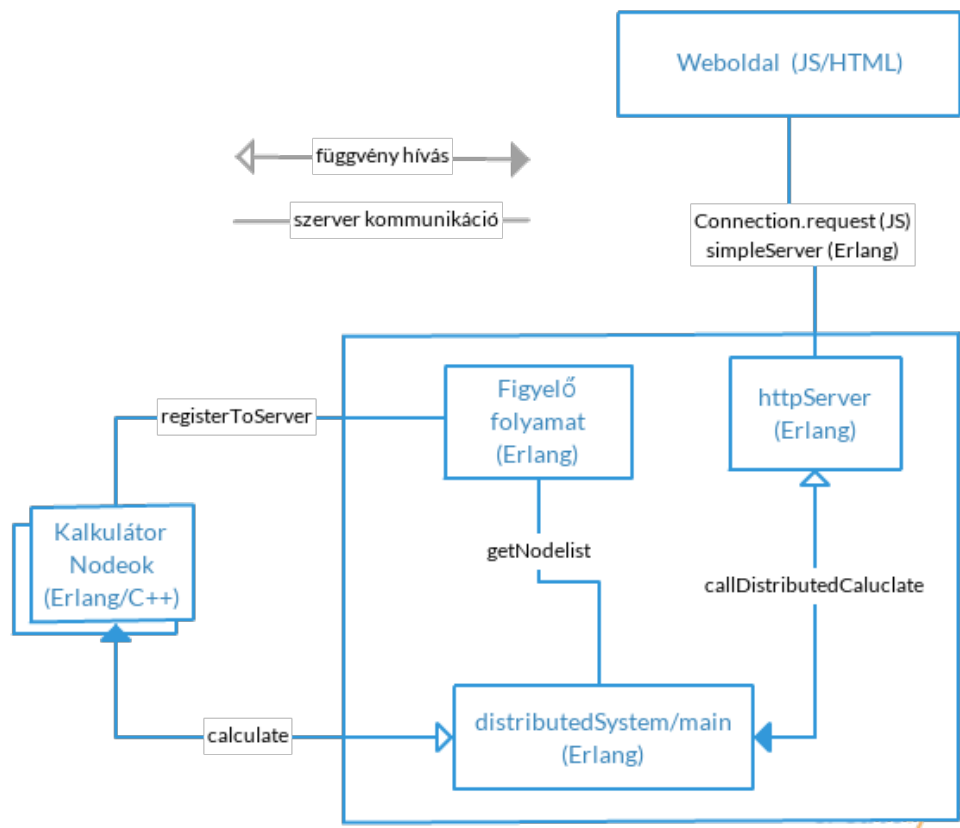
A Grafikon megjelenítéséhez a Flot-ot használom. Ez egy jQuery-s könyvtár, melyben egyszerűen és látványosan lehet grafikonokat kirajzolni. A forrás a "WebPage/source/flot-8.0.2" mappában érhető el. HTML fájlban egy egyszerű "DIV"-ként jelenik meg, melyet aztán a JavaScript tölt meg tartalommal.

```
<div id=\"resultplot\" class=\"demo-placeholder\"></div>
```

A JavaScript-ben hivatkozhatunk erre a "DIV"-re, majd az adatok és a típusok segítségével alábbi módon hivatkozhatjuk meg:

```
var placeholder = $("#resultplot");  
var plot = $.plot(placeholder, flot_data, type);
```

A paraméterezése a grafikon kirajzolóknak az alábbi:



3.2. ábra. Kommunikáció

**placeholder**

DIV hivatkozása

**type**

Megjelenítendő grafikon típusa

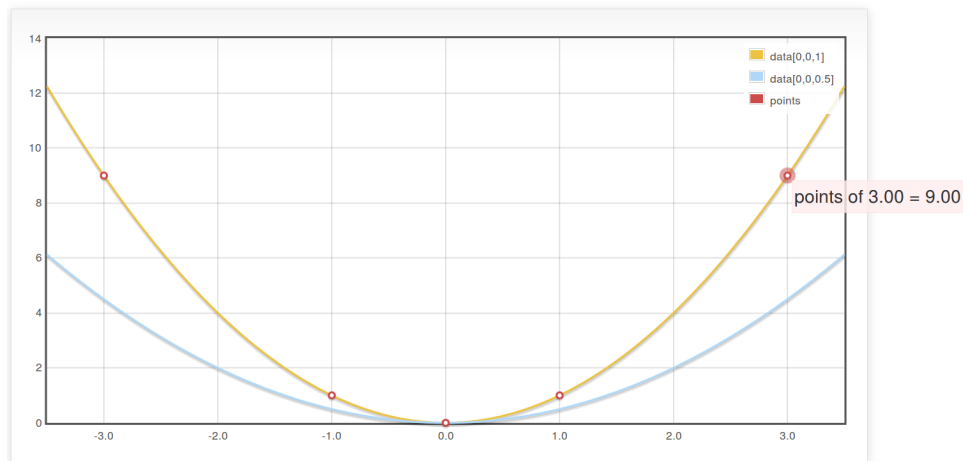
A Flot sok lehetőséget nyújt a típusok kiválasztására, és ezekre való példákból megalkottam a saját típusomat mely a következőket tartalmazza egy objektumban:

```
series: { line: { show: true } }
```

Beállítjuk hogy a vonalakat jelenítse meg. Ekkor a pontokat is megjeleníti, a többi beállítás függvényében.

```
xaxis: { zoomRange: [0.1, 1], panRange: [-1000, 1000] }
yaxis: { zoomRange: [0.1, 100], panRange: [-1000, 1000] }
```

X és Y koordinátákon nagyítás és mozgatási beállítások interaktívvá állítása



3.3. ábra. Grafikon kirajzoló

```
grid: { hoverable: true, clickable: true }
```

Ezeket a tulajdonságokat használjuk arra hogy felvegyünk új pontokat. Emellett ha ráviszem az egeret az egyik pontra, megmutatja a pont koordinátáját, és értékeit, és hogy melyik ponthalmazon van.

```
zoom: { interactive: true}, pan: { interactive: true }
```

Nagyítás és kattintással mozgatás engedélyezése.

Ennek a beépítésével is foglalkoztam, de a kattintás sajnos nem egyeztethető könnyen össze a pont figyeléssel, valamint a beépítés után lassú lett, és akadozott a felület, így végül az interaktivitását külső komponensekkel(inputokkal) oldottam meg.

### flot\_data

A tényleges adathalmazokat tartalmazó tömb, melyben az egyes adatokról egyéni információkat is tartalmazza.

### data

Pontok halmaza, melyeket megjelenítünk

[x, y] pontokból álló tömb

Polinom esetén is ezt használjuk, ezért a polinom behelyettesített értékeit adjuk itt meg. Amikor az egérrel felé megyünk ezeket a pontokat fogja megjeleníteni.

**label**

Adathalmaz elnevezése, ezt láthatjuk amikor az egérrel a pont felé visszük az egeret, valamint a színek-elnevezések össze párosításánál is segít.

**points**

Ha pontokat kívánunk megjeleníteni, akkor ezt a kapcsolót kell alkalmazni.

**lines**

Ha a pontokból alkotott vonalat kívánunk látni, akkor ezt a kapcsolót kell alkalmazni. Ezt használjuk a polinom megjelenítéséhez.

```
var example_datas = [{
    data: d4,
    label: "neved4",
    lines: { show: true }
}, {
    data: d3,
    label: "neved43"
    points: { show: true }
}];
```

**3.2.2. Http szerver**

A http szerver gyakorlatilag 2 példából lett megvalósítva: "httpServer leírása TODO"

**3.2.3. Ping-pong Node figyelő**

"pingPong TODO: pidWatcher mit csinál"

**3.2.4. mochi json**

Struktúra kezelő "structHandler"

**3.2.5. Erlang modul C++-ban : erl\_nif****3.3. Megvalósított mappaszerkezet**

A fájl szerkezetnek a tervezésénél nem voltak a belső részek komolyabban megtervezve, dinamikusan változtak. 3 mappa volt a tervezett: elosztott rendszer és weboldal mappája. A többi mappa mind a külsők, és a belsők a fejlesztés során lettek bele

tervezve, amikor a fájlok mennyisége, vagy az új technológia szeparálása megkívánta azt. TODO: külső mappákról írás melyikben mi van megvalósítva Belső mappákról csak az általános "/source"-t említem meg, mert egyébként a belső mappaszerkezetet a részeknél lesz külön kifejtve

## 3.4. Weboldal megvalósítása

### 3.4.1. Felépítés

A weboldal forráskódja a /webpage mappában helyezkedik el. A fájlstruktúra az alábbi:

**webpage.js :**

Globális változók inicializálása és pár alapbeállítás lefuttatása

**webpage.html :**

Weboldal megjelenítése, fájlok betöltése

**/init**

Inicializáló függvények hívásai és események

**menulist.js :**

Interpolációk listájának inicializálója

**plot.js :**

Interpolációs grafikon inicializálása

**table.js :**

Interpolációs táblázat inicializálása

**events.js :**

Gombra kattintások eseményei

**/model**

Objektumok, melyeket az inicializáló lépésben hívunk, és azok segédletei

**base.js :**

Globális függvények

Base.get, Base.erlangJSON, Base.forEach

**base\_table.js :**

Általános táblázat generáló függvény

**connection.js :**

Szerver kapcsolat meghívására szolgáló függvény

Connection.request

**plot\_types.js :**

A grafikon kirajzoló típus objektumai

**polinome.js :**

Polinom kirajzolását segítő függvények

makePolinome található benne és egyéb segédfüggvények

**web\_page\_debug.js :**

A Weboldalon történő kiíratást segítő objektum

Jelenleg sehol nem használjuk már, de a megvalósítás során fontos szerepe volt a hibajavításban

**/model/interpolation**

Az oldal 3 fő részegységének függvényei

**menulist.js :**

Interpolációk lista megvalósítása

function interpolationMenulist (aConfig) Objektum fájlja

**plot.js :**

Interpolációs grafikon megvalósítása

function interpolationPlot(aConfig) Objektum fájlja

**table.js :**

Interpolációs táblázat megvalósítása

function interpolationTable(aConfig) Objektum fájlja

**/test**

Olyan weboldal részlet fájlok, melyekből kialakult a mostani nagy fájl, és az objektumai, valamint tartalmaz még minta adathalmazokat.

**/viewForm**

Megjelenítéssel kapcsolatos css fájlokat tartalmazó mappa.

**3.4.2. Fontosabb objektumok és függvények**

Az objektumokat legtöbb esetben egy függvény generálja, melyben `that`-al jelöltek azok, melyeket a visszatérés után felhasználunk az eseménykezelésekhez.

**makePolinome(inPolinome, plotFor)**

Polinom pontjainak legenerálására szolgáló függvény, a grafikon kirajzolóinak megfelelő típusban

**inPolinome**

A polinom tömbös formában.

**plotFor**

A polinom intervalluma és pontossága.

**Connection.request(aConfig)**

Elküldi a szervernek az értékeket

**aConfig.params**

A kommunikációban a paraméter amelyet átküldünk a szervernek

**aConfig.callback**

Sikeres visszatérés esetén ez a függvény fut le a szervertől vissza adott válasszal.

**basicTable (aConfig)**

Egy alap tábla objektum. Ennek segítségével lehet létrehozni az interpolációs táblázatot és a menü listát(interpoláció választó).

**that.addNewCellToRow(rowIndex, textValue, inputAttributes)**

Ad egy új cellát a sorhoz.

**that.addNewRowToTable(data)**

Ad egy új sort a táblázathoz.

**that.addNewColumnToTable(data)**

Ad egy új oszlopot a táblázathoz.

**that.newTable()**

Új tábla létrehozása.

**that.setCellForm((i , j, attributes))**

Egy adott cella megformázás beállítása.

**that.getNumOfCols()**

Visszatér az oszlopok számával.

**that.getNumOfRows()**

Visszatér a sorok számával.

**that.getRow(i)**

Visszatér a sor DOM-elemével az index alapján.

Ha nincs olyan indexű akkor null-al tér vissza.

**that.getInputTag(i, j)**

Visszatér a tábla input elemével.

**that.getValue(i, j)**

Egy adott cella érték lekérdezése.

**that.findValue(column, value)**

Megkeresi melyik sorban van egy adott értéket.

**that.setValue(i, j, value, form)**

Beállít egy adott értéket egy cellának.

**that.deleteTable()**

Teljesen törli a táblázatot.

**that.remove(row)**

Kivesz egy sort a táblázatból.

**addNewRowTagToTable ()**

Ad egy új sort a táblázathoz.

**addCellToRow(index)**

Ad egy cellát a sorhoz.

**setAttributes(object, attributes)**

Beállítja egy objektum tulajdonságait.

**makeTextInput (value, attributes)**

TextInput hozzáadása a sorhoz.

**interpolationMenulist (aConfig)**

Az interpolációs menü függvénye. Itt tarjuk számon az aktuálisan betöltött adathalmazt.

**that.newItem()**

Új elemet vesz fel a listába. Gomb hatására is meghívódhat.

Új lista elem egy új interpolációs adathalmaz felvételét jelenti.

**that.getDataArray(server)**

Visszatér az adathalmazzal, tömb formában. Ebben a formában küldjük fel a szervernek.

**that.getDataObject()**

Eredményül adja az adathalmazt, egy objektum formájában. Az Objektum értékeinek kulcsa, az interpolációk egyedi azonosítója (id-ja).

**that.saveItemSettings()**

Elmenti az adatokat az aktuálisan kijelölt sorba.

**that.loadItemSettings(index)**

Feldogozza az adatsort a táblából, és betölti az adatokat a táblába.

**that.loadAll(savedObject, resultObject)**

Betölti az összes Interpolációt az adott adathalmazból

**newMenulist()**

Új menülista: régi menü kitörlése, és egy új generálása



**interpolationPlot (aConfig)**

Grafikon megjelenítése: "Flot" segítségével létrehoztam az alábbi Objektumot. Ebben valósítottam meg a kirajzolást, és annak tulajdonságait.

**that.refresh(points, polynomials)**

Pontok és a polinomok alapján frissíti a grafikont.

**that.getPlotSettings**

Visszatér a grafikon megjelenítési tulajdonságokkal. Ennek segítségével mentünk.

**that.setPlotSettings**

Betölti a grafikon megjelenítési tulajdonságokat.

**generateData(senderData, polynomial)**

Legenerálja a grafikon azon bemenő paraméterét, amely a megjelenítendő adatokat állítja.

**generateType()**

Legenerálja a grafikon azon bemenő paraméterét, amely a grafikon megjelenítését állítja.

**setDefaultSettings()**

Legenerálja a grafikon azon bemenő paraméterét, amely a grafikon megjelenítését állítja.

**generatePointSet(tableArray, derivNum)**

Legenerálja az adott pontokat, az interpolációs táblázatból.

**interpolationTable (aConfig)**

Az interpolációs Táblázat logikája, és generálása. Ebben a táblázatban tekinthetjük meg a pontokat.

**that.addPoint(x, y, dn)**

Hozzá adja a pontot a táblázathoz. Ha létezik ezen az X-en pont akkor frissíti.

**that.setPoints(tableArray)**

Feltölti a táblázatot egy adott tömb értékeivel.

**that.setData(data)**

Feltölti az adatokkal a táblát.

**that.getData()**

Visszatér a táblázatban szereplő adatokkal.

**that.getPoints()**

Visszatér a táblázatban szereplő pontokkal.

## 3.5. Elosztott rendszer megvalósítása

Elosztott rendszer Erlang-ban lett megvalósítva. Az elosztást interpolációnként végezzük, vagyis annyi processzt hozunk létre amennyi interpolációt kívánunk egyszerre kiszámítani.

A szerver figyel egy portot hogy érkezett-e rá adat. Ha érkezett adat az adott port-ra, azt kibontja, és elvégzi a szükséges műveleteket. Kinyer belőle egy listát mely az interpolálni kívánt pontokat és tulajdonságokat tartalmazza.

Tudjuk pontosan hány eleme van a listának, és annyi processzt hozunk létre. Ha vannak felcsatlakozva node-ok akkor a processzt az adott node-on is meg tudja hívni. Ha létrehozta a processzeket lista elemein végig megy, és azokat szétküldi a processzeknek, majd megvárja míg az összes végig ér, és visszatérve megkapja az eredményt.

### 3.5.1. Web-szerver kommunikáció

A webszerver kommunikációhoz a fájlok a `httpServer.erl` fájlban találhatóak meg. Az ebben található függvényeket a `main`-ben hívjuk meg amikor inicializáljuk a szervert.

#### **`httpServer:start(Port, WatcherNode)`**

Elindítja a szervert, az adott porton.

Ezt a függvényt a `main`-ben hívjuk, meg ahol már megkapja a `node`-figyelő `pid`-jét és az alapértelmezett port-ot

#### **`httpServer:response(Str, WatcherNode)`**

Miután érkezik egy kérés a szervernek ebben a függvényben kezeljük le. Innen indul ki minden folyamat ami a számítást végzi.

Az alábbi sorrendben hívódnak meg a függvények:

`getDecodeData`, `convertData`, `callMain`, `convertToSend`

#### **`httpServer:getDecodeData(_)`**

Visszatér a szervernek küldött paraméterrel

#### **`httpServer:convertData(ResponseParams)`**

Létrehozza a kapott adatból az Erlang struktúrát

#### **`httpServer:callMain(RespJson, WatcherNode)`**

Amikor az adatokat feldolgoztuk és minden rendben ment, elindítjuk a `main` függvényét, ezen függvény segítségével.

#### **`httpServer:convertToSend(Object)`**

Amikor a számítás véget ért, létrehozunk a visszaküldéshez szükséges adat-struktúrát, majd elküldjük a szervernek.

### 3.5.2. Adat feldolgozás

Az adatot JSON-ben kapja a szerver. Az adathalmaz kibontásához MonchiJSON lett alkalmazva. A segédfüggvények és konvertálók a "Utility/structHandler.erl" fájlban lettek megvalósítva.

Elsősorban a megkapott speciális adathalmaz kibontására használtak az itt lévő függvények, de egyéb segédfüggvények is megtalálhatóak ebben a fájlban, amelyek a konvertálással kapcsolatosak.

#### Mochi-json kibontásához használt segédfüggvények:

##### **structHandler:getElementByKeyList(KeyList, DataSetElement)**

Visszatér egy értékkel, amely az adott kulcon van, ha egy elemű a kulcs lista. Több elem esetén a kulcsokban lévő értékeket nézi, és visszaadja a legelső kulcon lévő elemet.

##### **structHandler:getElementByKey()**

Visszatér egy objektumban az adott kulcon lévő értékkel

#### Adat Struktúra az interpoláció meghívásához

##### **structHandler:getDataByJson(JsonSting)**

A mochi-json dekódoló meghívása, visszatér egy Erlang struktúrával.

##### **structHandler:getDataSet(Data)**

Visszatér az adatok halmazával. Ebből a halmazon, vagyis listán kell végigmenni, és szétosztani az elemeit.

##### **structHandler:getPoints**

Pontok visszanyerése egy speciális módon, melyet a "calculator" fel tud használni

```
EmptyStruct = [{x, []}, {y, []}]
```

##### **structHandler:<Számítási paraméterek>**

getInverse(DataSetElement) - inverz-e

getType(DataSetElement) mi a típusa?

getId(DataSetElement) egyedi azonosítója

getPoints(DataSetElement) pontok struktúrája

Az eredmény visszanyeréséhez az alábbi segédfüggvényeket kellett használni:

**structHandler:convertToMochi(Object)**

A mochi-json Erlang struktúra annyira nem egyértelmű elemekből áll. Speciálisan kell felépíteni az eredményt. Ez a függvény megkap egy Erlang listát és átkonvertálja mochi-json-nak megfelelő struktúrává, majd átkonvertálja egy json string-gé.

**structHandler:simplifyPolynomial(Result, Array)**

Egyszerűsíti a polinomot amelyet eredményül kapott.

### 3.5.3. Gép-szerver kommunikáció

**pidWatch:startPidWatch()**

Elindítja a node-figyelőt, melyben feliratkozni lehet a listára, vagy lekérdezni az adatokat. A node-figyelő indulás után figyelni fog és ha küldenek neki egy kérést, akkor azt kezeli.

**pidWatch:registerToServer(Pong\_Node)**

Ezzel a kéréssel lehet felcsatlakozni a szerverre. A kérést elküldi és ha sikeres volt a feliratkozás, akkor ok-al tér vissza.

### 3.5.4. Elosztás megvalósítása

Az elosztást tartalmazó fájlokat a /DistributedSystem mappában találjuk meg. nodeHandler.erl fájlban találhatóak a processz létrehozással kapcsolatos függvények. fork.erl fájlban a processz kommunikáció logikája van megvalósítva.

**nodeHandler:distributedFork(NumOfPids, DataList, WatcherNode)**

Létrehozza a számításhoz szükséges Node Struktúrát. LogicModule-ban szereplő senderstart, recivestart, worker\_main

**nodeHandler:getNodelist**

Lekéri a node-figyelőtől a felcsatlakozott node-okat.

**nodeHandler:makeForkPids**

Létrehozza a számításhoz szükséges új processzeket.

**fork:senderArray**

Végig megy egy adott tömbön és az elemeit szétküldi a processzeknek.

**fork:receiver**

Válaszok érkezésére vár a processzekről. Ha minden válasz megérkezett, akkor visszatér.

**fork:worker\_main**

A gyerek processzek függvénye. Várja a szülőtől az adatot, számol vele és visszaküldi.

**fork:calculate**

A fork-ból a számítást hívó függvény. Eredménnyel visszatér, majd azt olyan formára hozza, amit vár a szülő.

## 3.6. Kalkulátor

A Kalkulátor részben számítódik ki egy-egy interpolációnak az eredménye. A megkapott adatok alapján számol, ha kell létre hozza a kezdő mátrixot, kiszámolja az eredmény mátrixot, majd annak segítségével kiszámolja a polinomot.

### 3.6.1. Felépítés

A számítást végző rész, nem áll sok fájlból, ezért ez nem lett sok részre szétbontva.

**calculator.cpp**

Az egész számítás itt van megvalósítva, minden függvény, és segédfüggvény is.

**erlang.cpp**

Az Erlang-gal való kommunikáció megvalósítása

**main.cpp**

C++-os modul különálló tesztelésére kellett.

**logTest.cpp**

Teszt függvények, melyekben dinamikus tesztesetek és paraméterezhető tesztesetek is vannak.

### 3.6.2. Fontosabb számítási függvények

**DArray interpolateMain**

Kívülről meghívandó fő függvény mely elosztja és konvertálja a részeket

**DArray &x** : Az x pontok listája

**DMatrix &Y** : Az x pontokhoz tartozó y pontok halmaza

**string type** : Interpoláció típusa: Lagrange, Newton, Hermite

**bool inverse** : Inverz interpoláció kell-e

**void interpolateMatrix(DArray &x, DMatrix &M)**

Interpolációs Táblázat kiszámítása

**DArray l(int j, DArray X)**

Lagrange polinom számítás segédfüggvénye

**DArray getLagrangePolinomyal(DArray X, DArray Y)**

Lagrange polinom számítás

**DArray omega(int j, DArray X)**

Newton polinom számítás segédfüggvénye

**DArray polynomialAddition(DArray P, DArray Q)**

polinom összeadás

**DArray polynomialMultiply(DArray P, DArray Q)**

polinom szorzás

**DArray getPointsFromMatrix(DMatrix Y)**

Pontokat(0. derivált) visszaadja a mátrixból

**DMatrix getMatrixFromPoints(DArray Y)**

Mátrixot ad vissza a pontokból

**DArray getDiagFromMatrix (DMatrix &M)**

Diagonális lekérése a mátrixból

**void getInterpolationMatrix**

**(DArray X, DMatrix Y, DArray &resX, DMatrix &resM)**

X és Y ponthalmazból visszaadja a mátrixot

### 3.6.3. Elosztott rendszerrel való kommunikáció

Az elosztott rendszerben hívódó számítást Erlang - `erl_nif`-el sikerült megoldanom. Az ezzel kapcsolatos dolgokat az `Calculator/erlang.cpp` tartalmazza.

**static ERL\_NIF\_TERM calculate\_nif**

Ennek a függvénynek a segítségével valósul meg a kettő közötti kommunikáció

**static int convertVector**

Erlang lista C++ vektorra konvertálása

**static int convertMatrix**

Erlang lista lista konvertálása C++ vektor vektorra

**static ERL\_NIF\_TERM convertList**

Erlang listává konvertálás egy C++ vektorból

**convertTheType**

típus számot konvertálja string-gé: "newton", "hermite", "lagrange"

**static ErlNifFunc nif\_funcs**

Felsorolja milyen függvényeket importálunk az Erlang-ba

Calculator/calculator.erl fájl tartalmazza az alábbi függvényeket:

**calculator:init()**

"erlang:load\_nif" segítségével betölti a lefordított c++ fájlt.

**calculator:calculate(\_X, \_Y, \_Type, \_Inverz)**

Erre a függvényre lesz ráfordítva a C++-os függvény.

**calculator:calculateByData(DataSetElement)**

A bejövő paraméterből kinyeri a pontokat és a típust, majd meghívja a számító függvényt.

### 3.7. Tesztelési terv

A felület manuális teszteléssel lett kipróbálva, automatizált tesztesetek nem lesznek.

#### 3.7.1. Kalkulátor tesztelés

Ebben a részben a cpp-ben írt tesztesetekről lesz szó.

A tesztelést folyamatosan végeztem a minta adatok alapján. A függvények implementálása közben ezekre a minta adatokra meghívtam, majd ezekkel számoltam. A teszteléshez a logTest.cpp fájlban található függvényeket alkalmaztam.

A fájlban a javítást segítő kiírató függvények, integrációs teszt esetek, valamint manuális, felület nélküli számítást végző tesztesetek vannak.

Ezeket a tesztek nagyraészt kiváltották a szerveren futó tesztek, így fejlesztésük abba maradt, előfordulhat hogy a tesztek elavultak.

**bool testAll()**

Minden teszt lefuttatása. Ha minden teszt jól futott le akkor "true" értékkel tér vissza.

**void testInterpolation(bool logPoly = false)**

Interpolációs tesztek futtat. Mindegyik teszt egy egyszerű interpolációt vesz alapul, és a számítás eredményét ellenőrzi.

**bool testMainInterpolation(bool logPoly = false)**

Fő függvény tesztje. Elsősorban a feltétel átmeneteket teszteli, és azt hogy valóban számol-e ezen keresztül interpolációt.

**bool testNewton(bool logPoly = false)**

Newton számítás tesztje.

**bool testLagrange(bool logPoly = false)**

Lagrange interpoláció tesztje.

**void testPolynomial()**

Interpolációs mátrix tesztje.

**void testMatrixInterpolation()**

Manuális mátrix számítás függvénye.

**void testManualInterpolation()**

Manuális interpoláció számítás függvénye.

**testManualPolynomial()**

Manuális polinom összeadás és szorzás függvénye.

**void genXSquaredPoints(DArray &X, DMatrix &Y)**

generál egy minta X,Y ponthalmazt az  $x^2$  pontjaiból. testMatrixInterpolation  
Segédfüggvénye feltölti az  $x^2$  pontjaival.

### 3.7.2. Komponens és integrációs tesztelés

Főként az elosztást és a párhuzamosítást, valamint a szerveren lévő adatfeldolgozást teszteltem ilyen formában. Ezekkel a tesztesetekkel ellenőriztem a szerver és a számítás helyességét, és a szerver futást, miközben fejlesztettem.

Ezeket a tesztekét érdemes lefuttatni, amikor a szerveret konfiguráljuk. A szerveren lévő komponensek és azok egymással való kommunikációja fut le ilyenkor. Ha a teszten átmennek, akkor nagy valószínűséggel a szerveren már nem lehet probléma.

Viszont ha egy modul rosszul van lefogatva, vagy nincs betöltve, a tesztek hibát jeleznek. Ha a szerveren vagy gépen nem sikerült a tesztek lefutása, nem lehetséges a számítás elvégzése. Ennek oka valamelyik modul rosszul való betöltése, vagy az Erlang, GCC verziója nem megfelelő a számításokhoz.

Az átfogó tesztelés a ServerConfig/test.erl fájlban található.

**test:fork**

Teszt futtatása a fork-nak ez a teszteset az párhuzamosítás miatt volt fontos.

Viszont egy másik teszt átvette a helyét.



Ha mégis szükség lenne az általános párhuzamosítás tesztelésére, ezt kellene továbbfejleszteni.

**test:runCheck, run**

Futtatást kezelő függvények Lefuttatják azokat a tesztek amiket a ServerConfig/main.erl-ből már el lehet indítani. A main-ben található függvény tesztelésére a test:simulateDistributed függvényt használjuk, amit a bin/run.erl-ben lévő tesztesetek

**test:simulateDistributedCalculate**

Egy olyan minta adatból, melyet a szerver is küldhet, elvégzi a számítást és ellenőrzi az eredményt.

Ha megadjuk neki a node-figyelő pid-jét akkor elosztott számítást is teszteli, és a node-figyelővel való kommunikációt.

**test:simplifyPolynomialTest**

Ellenőrzi a struktúra kezelőben megvalósított polinom egyszerűsítést.

**test:convertMochiElements**

structHandler: getTableData és getElementByKey tesztelésére írt függvény.

**test:getResultTest**

Eredmény konvertálásának tesztje. Szimulál egy processzekről visszakapható eredményt, majd ezt átalakítja a küldéshez megfelelő formátummá.

**test:getParseJSONParams**

Json string-ből a számításhoz szükséges minden paraméter kinyerésének tesztelése (structHandler teszt).

**test:convertStruct**

structHandler függvényeinek tesztje: getNewPointStruct, appendNewPointStruct, convertPoints

**test:simulateFirstParseAndRun**

Kibontja az első elemet a mintából, és számítás után ellenőrzi az eredmény helyességét.

Ez a teszt a számítást és az adat konvertálást teszteli, a párhuzamosítást/elosztást nem.

**test:getFirstElementOfDataSet**

Visszaadja a minta adatok első elemét.

**test:getJSONString**

Egy minta adathalmazt ad vissza (json string) ami jöhet a felületről.

**test:getResultTestHelper**

Számítási eredményekből és az elvárt eredményből a tesztelés eredményt állítja elő.

**3.7.3. Manuális tesztelés**

Elsősorban a felület átfogó tesztelését végeztem ilyen módon, de a szerverrel való kommunikációnál és az elosztásnál is előkerültek ilyen módon hibák.

Az alábbi táblázatban felsoroltam a hibákat, melyek feltűntek a tesztelés során.

Hiba	Javítva	Info
Szerver hiba bizonyos mennyiségű adatküldése felett	nem	Előidézés: 9-nél több egyszerű adat felküldése, minta nagy adatból 4db felett. A szerver egybe küldi az értékeket, a httpServer modul már nem kapja meg a végét. Nem küldi 2 részletben, ezt kizártuk.
Hermite inverz nincs implementálva, és mégis beállítható a felületen.	nem	El tudjuk küldeni az oldalról úgy az adatokat hogy Hermite interpolációnál is állítható az inverz, közben a szerver nem inverz interpolációt fog számolni.
Ha kilép egy node, akkor elszáll a számítás	nem	Ötletek: node-ok kivételére is kellene opció, vagy kezelni kellene az elszálló node-okat.
Node Lista lekérdezésnél valamikor végtelen ciklusba fut a lekérdezés.	nem	Hiba: túl sokszor küldjük el ugyanazt az üzenetet, és kapunk vissza rossz választ, kéne bele egy időkorlát is, a várakozásra.
Nem jó pontosság esetén nem jelenik meg a polinom	igen	Előidézés: beírsz betűket a pontossághoz
Egy interpoláció adatbetöltési hibák	nem	Egy interpoláció tulajdonságainak betöltésénél nem állítja be az interpoláció típust és azt hogy inverz-e. Nem jelenítjük meg a polinomokat sem bármilyen egyéb formában.
Eredmény betöltésnél előfordul hogy a pontosság undefined	nem	Előidézés: ? Minta adatban fordul csak elő, de ha onnan is betölthető akkor máshonnan is, amikor betölti az adatokat le kellene ezt kezelni.

# Irodalomjegyzék

- [1] Gergó Lajos: Numerikus Módszerek, ELTE EÖTVÖS KIADÓ, 2010, [329], ISBN 978 963 312 034 7
- [2] [http://www.erlang.org/doc/man/erl\\_nif.html](http://www.erlang.org/doc/man/erl_nif.html) 2015
- [3] [https://www.sharelatex.com/learn/Sections\\_and\\_chapters](https://www.sharelatex.com/learn/Sections_and_chapters) 2015
- [4] <https://github.com/mochi/mochiweb/blob/master/src/mochijson.erl> 2015
- [5] <http://tex.stackexchange.com/questions/137055/lstlisting-syntax-highlighting-for-c-like-in-editor> 2015