Eötvös Loránd Tudományegyetem

Informatikai Kar

Programozási Nyelvek és Fordítóprogramok Tanszék

Interpoláció osztott rendszereken

Tejfel Máté
egyetemi tanár

Cselyuszka Alexandra
Informatika Bsc

Budapest, 2015

Tartalomjegyzék

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 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 vissza küldi a weboldalra, ahol az eredmények megtekinthetőek grafikus formában.

1.2. Feladat megvalósítása

A **grafikus felület** egy weboldal, mely JavaScript-ben és HTML-ben van megvalósítva. 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 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 szerkeszthetőek.
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 számításhoz használt maximális gépek száma paraméterként megadható, de a tényleges számítást csak annyi gépen tudjuk maximálisan végezni ahány gép felcsatlakozott a számításhoz.

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. 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

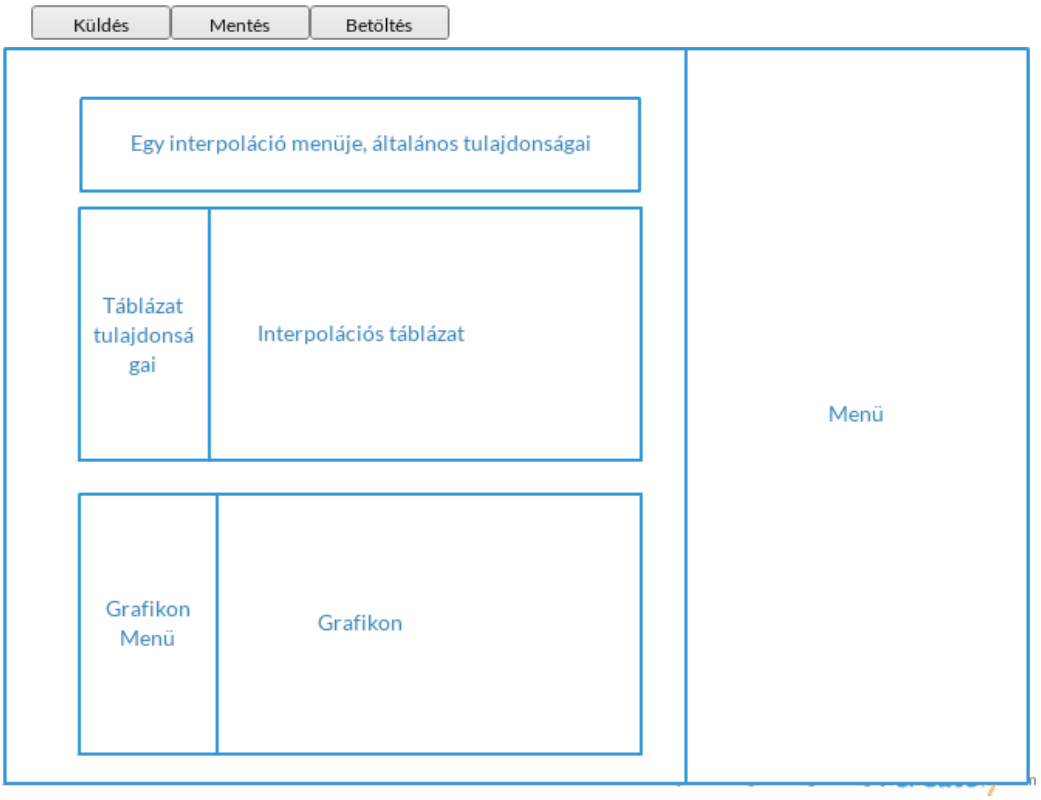
Fejlesztői dokumentáció

3.1. Megoldási terv

A program működésileg 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 amellett, 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 szerkesztésére is lehetőséget kell adni.
Több 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

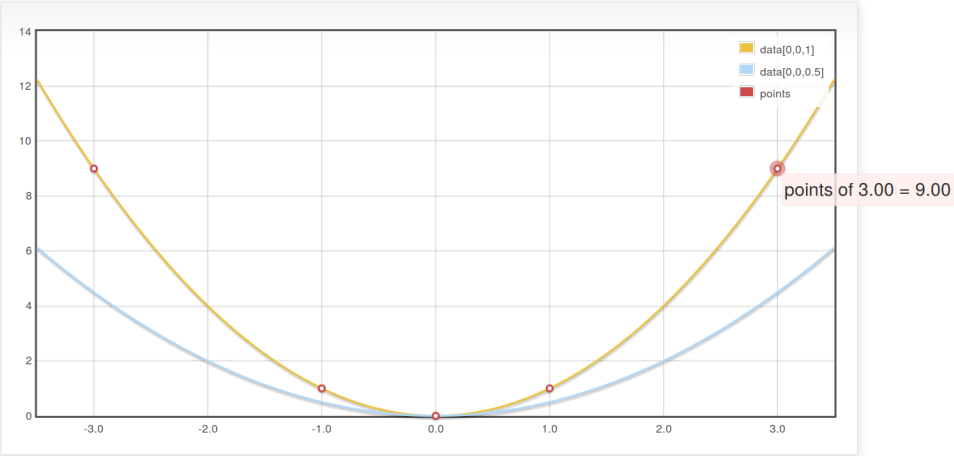
A menü listájában új adathalmazokat hozhat létre, a régieket szerkesztheti. Amikor a felhasználó pontokat, megjelenítést frissít a legtöbb esetben az oldal már a háttérben menti az adatokat a listába. Amikor egy másik interpolációt választunk ki, akkor az betöltődik a táblázatba, és a grafikonba. A módosításoknál az értékei az ő oszlopában fognak törlődni. Ha a felhasználó végzett egy gombra nyomással a program legenerálja a szükséges objektumot.
A felület sok gombot tartalmaz, melyek hatására frissíthetőek az adatok. Amikor frissítünk egy részt, általában mentődnek az értékek egy inputba JSON formában.

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:



3.2. ábra. Grafikon kirajzoló

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

A paraméterezése a grafikon kirajzolónak az alábbi:

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

```
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 }
    }];
```

3.1.2. 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 nehézkesebb lett volna, de C++-ban megvalósított függvények beépítése miatt ez a probléma megoldódott.

Http szerver

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

Node figyelő

"pingPong TODO: pidWatcher mit csinál"

Struktúra kezelő

"structHandler"

Elosztás

"nodeHandler"

3.1.3. Számítás

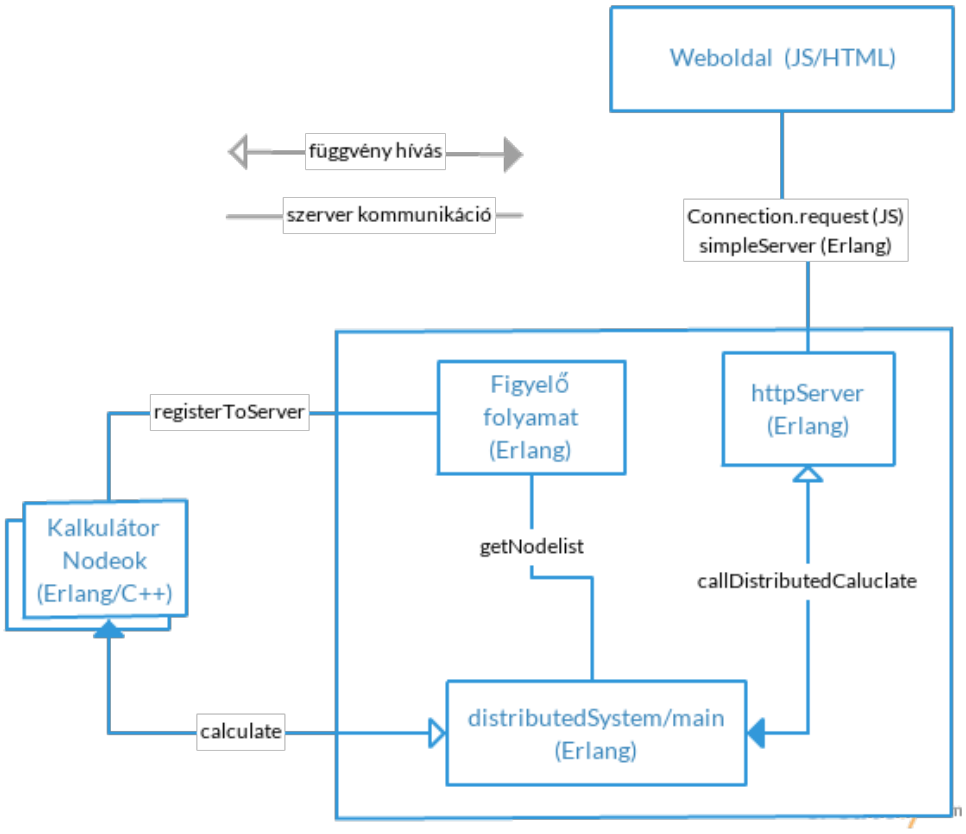
A számítás megvalósításánál felmerült hogy Erlang-ban legyen, de mivel a számítást ciklusokkal érdemes megvalósítani, ezért egyszerűbb volt egy nem funkcionális nyelvben implementálni azokat. A C++-os függvényeket fel lehetett használni az Erlang modulokban.

Erlang modul C++-ban

"erl_nif"

3.1.4. Kommunikáció

Amikor a szervert létrehozzuk 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 szétosztás.
A szétosztás során a felcsatlakozott gépeken létre jönnek a processzek, majd kapnak egy adathalmazt mellyel számolniuk kell. Ha végeztek, az eredményt vissza küldik a szülő processznek. A szülő processz, ha megkapott minden értéket, azt vissza küldi a weboldalnak.
A weboldal sikeres válasz után betölti az eredményeket.



3.3. ábra. Kommunikáció

3.2. Megvalósított fájlszerkezet

A fájlszerkezetnek 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

3.3. Weboldal megvalósítása

3.3.1. Felépítés

A weboldal forráskódja a /webpage mappában helyezkedik el. A fájlszerkezet 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

3.3.2. Fontosabb objektumok és függvények

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

makePolinome(inPolinome, plotFor)
Polinom pontjainak legenerálására szolgáló függvény, a grafikon kirajzolónak megfelelő típusban

inPolinome polinom

plotFor 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 lefutó függvény

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()

Vissza adja az oszlopok számát

that.getNumOfRows()

Vissza adja a sorok számát

that.getRow(i)

Vissza adja a sort az index alapján. Ha nincs olyan indexű akkor null

that.getInputTag(i, j)

Vissza tér 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 Lista elem

that.getDataArray(server)

Vissza adja az adathalmazt, tömb formában. Ebben a formában küldjük fel a szervernek.

that.getDataObject()

Vissza 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()
Vissza adja a táblázatban szereplő adatok

that.getPoints()
Vissza adja a táblázatban szereplő pontokat

3.4. Elosztott rendszer megvalósítása

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

A szerver figyel egy portot hogy érkezett-e rá adat. Ha érkezett adat az adott portra, azt kibontja, és elvégzi a szükséges műveleteket. A JSON-t kibontja, és feldolgozza. 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 vissza térve megkapja az eredményt.

3.4.1. 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(_)

Vissza tér 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, létrehozzunk a visszaküldéshez szükséges adatstruktúrát, majd elküldjük a szervernek.

3.4.2. 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)
Vissza tér egy értékkel, amely az adott kulcson van, ha egy elemű a kulcs lista. Több elem esetén a kulcsokban lévő értékeket nézi, és vissza adja a legbelső kulcson lévő elemet.

structHandler:getElementByKey()
Vissza tér egy objektumban az adott kulcson lévő értékkel

Adat Struktúra az interpoláció meghívásához

structHandler:getDataByJson(JsonSting)
A mochi-json dekódoló meghívása, vissza tér egy Erlang struktúrával.

structHandler:getDataSet(Data)
Vissza tér az adatok halmazával. Ebből a halmazon, vagyis listán kell végig menni, és szétosztani az elemeit.

structHandler:getPoints
Pontok vissza nyerése egy speciális módon, melyet a "calulator" 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 vissza nyeréséhez 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:simplifyPolinomial(Result, Array)

Egyszerűsíti a polinomot amelyet eredményül kapott.

3.4.3. 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.

3.4.4. 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 processzektől. Ha minden válasz megérkezett, akkor vissza tér.

fork:worker_main

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

fork:calculate

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

3.5. 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.

3.5.1. 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.

3.5.2. 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) vissza adja 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 vissza adja a mátrixot

3.5.3. 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++ vektorrá konvertálása

static int convertMatrix
Erlang lista lista konvertálása C++ vektor vektorrá

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.

3.6. Tesztelési terv

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

3.6.1. 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 kiirató függvények, integrációs teszt esetek, valamint manuális, felület nélküli számítást végző tesztesetek vannak.
Ezeket a teszteket nagyrészt kiváltották a szerveren futó tesztek, így fejlesztésük abba maradt, előfordulhat hogy a tesztek elavultak.

bool testAll()
Minden teszt lefuttatása, ha nincs hiba futnak

void testInterpolation(bool logPoly = false)
Interpoláció tesztek lefuttatása

bool testMainInterpolation(bool logPoly = false)
Fő függvény tesztje

bool testNewton(bool logPoly = false)
Newton számítás tesztje

bool testLagrange(bool logPoly = false)
Lagrange Interpoláció tesztje

void testPolynomial()
Interpolációs Mátrix tesztje

void testMatrixInterpolation()
Manuális Interpolációs teszt

void testManualInterpolation()
Manuális Interpolációs teszt

testManualPolynomial()
Manuális Polinom tesztelő

void genXSquaredPoints(DArray &X, DMatrix &Y)
generál egy minta X,Y ponthalmazt az x^2 pontjaiból testMatrixInterpolation Segédfüggvénye feltölti az x^2 pontjaival

3.6.2. 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 teszteket érdemes lefuttatni, amikor a szervert konfiguráljuk. A szerveren lévő komponensek és azok egymással való kommunikációja fut le ilyenkor. Ha a teszten átmennek, akkor nagy vaolószínüséggel a szerveren már nem lehet probléma.
Viszont ha egy modul rosszul van leforgatva, 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 ahelyét.
Ha mégis szükség lenne az általános párhuzamosítás tesztelésére, ezt kellene továbbfejleszteni.

test:runCheck, run

Futtatást kezelő függvények Lefuttatják azokat a teszteket amiket a ServerConfig/main.erl-ből már el lehet indítani. A main-ben található függvény tesztelésére a test:simulateDistribute 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:simplifyPolinomialTest

Ellenőrzi a struktúra kezelőben megvalósított polinom egyszerűsítést.

test:convertMochiElements

structHandler: getTableData és getElementByKey tesztelésére írt függvény.

test:getResultTest

Eredmény konvertálásának tesztje. Szimulál egy processzektől vissza kapható 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

Vissza adja 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.

3.6.3. 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 de, valamiért 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 betüket 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 betöltődhet 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 2015

[3] 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