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 soksor 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 polinómot becsülni. Ezeket különböző interpolációs technikával meg tudjuk adni, ki tudjuk számolni. Több interpolációs technika létezik, melyekből könnyen meg tudunk adni akár több polinómot is egy adott ponthalmazhoz.
Ezekkel a számításokkal előfordulhat, hogy lassan futnak, főleg ha több inteprolációt 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 hatásásra az értékek a háttérben eltárolódnak. A ponthalmazok közül választhatunk egyet, amely betölődik 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 (polinóm 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 tujduk maximálisan végezni ahány gép felcsatlakozott a számításhoz.

A **számítás** megvalósítása C++ nyelven történt. A paraméterek alapján a Lagrange-féle, Newtone-féle, Hermite-féle interpolációs technikák közül eldönti melyik esetet használja.
Valamint inverz interpolációt is választhatnak a Lagrange vagy a Newton interpoláció esetén.
A programban implementálásra került egy egyszerű polinóm szorzás és össze adás, valamint az inteprolációkhoz szükséges függvények. Lagrange számítás a polinóm műveletek és a képlet felhasználásával valósult meg. Newton és Hermite esetén a kapott adatokból először a kezdő mátrixot kell legenerálni, majd kiszámítani.
Abban az esetben ha Newton vagy Lagrange polinómot számolunk nem vesszük figyelembe a derivált pontokat, viszont figyelmbe vesszük ha inverz számítást kívánunk végezni.

2. fejezet

Felhasználói dokumentáció

2.1. Bevezetés

2.2. Telepítési utmutató

2.2.1. Rendszer követelmények

2.2.2. Segédprogramok telepítése

2.2.3. Szerver és segédgépek üzembe helyezése

2.2.4. Használati útmutató

Weboldal

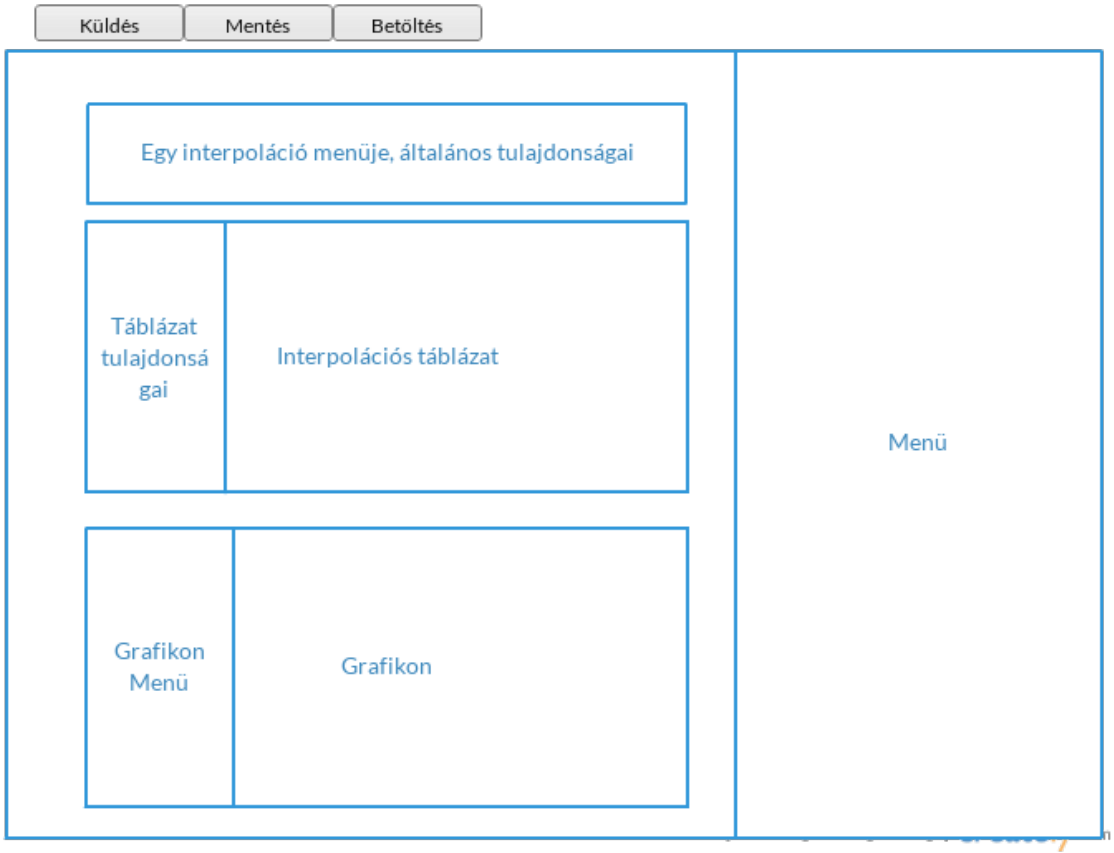
Szerver

3. fejezet

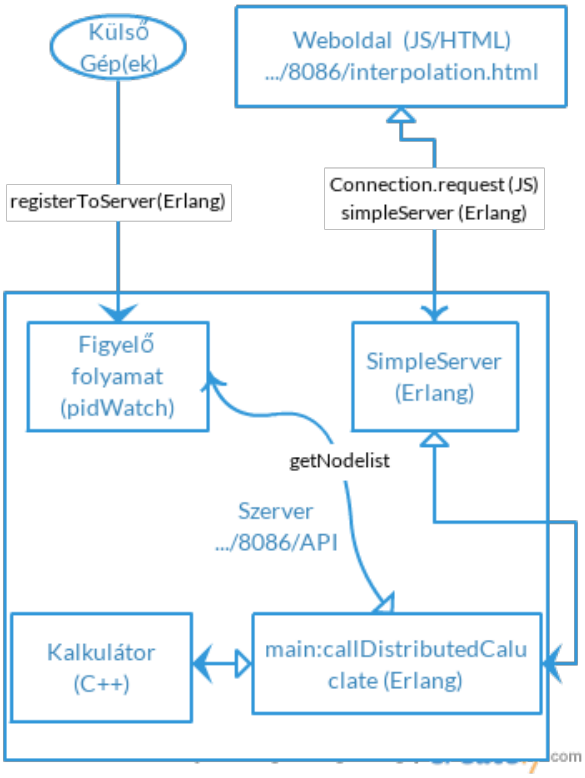
Fejlesztői dokumentáció

3.1. Megoldási terv

A programot 3 nagy részre lehet bontani:



3.1. ábra. Weboldal Vázlata



3.2. ábra. Kommunikáció

3.2. Weboldal

Weboldal felépítése HTML és JavaScript segítségével valósult meg. Egy oldalból áll melyen a felhasználó össze állítja a neki szükséges adathalmazt. Új adathalmazokat hozhat létre, a régieket szerkesztheti. A háttérben JSON-be formálódnak az adatok. 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.
A felület manuálisan lett csak tesztelve, folyamatában ahogyan épült a program.

3.2.1. 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 :

Polinóm kirajzolását segítő függvények

makePolinome található benne és egyéb segédfüggvények

web_page_debug.js :

A Weboldalon történő logolást 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

3.2.2. Fontsabb objektumok és függvények

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

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

inPolinome polinóm

plotFor polinóm intervalluma és pontossága

Connection.request(aConfig)
Elküldi a szervernek az értékeket

aConfig.params a kommunikáció objektuma

aConfig.callback sikeres visszatérés esetén lefutó függvény

basicTable (aConfig)
Egy alap tábla létrehozó objektum. Ennek segítségével tudtam létrehozni az interpolációs táblázatot és a menülistát(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 adathalazt, tömb formában. Ebben a formában küldjük fel a szervernek.

that.getDataObject()

Vissza adja az adathalmazt, egy objektum formájában. Az Objektum értékeinek kulcsa, az interpolációk id-ja.

that.saveItemSettings()

Elmenti az adatokat az aktuálisan kijelölt sorba.

that.loadItemSettings(index)

Feldogozza az adatt sort 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, polinomials)

Pontok és a polinómok alapján frissíti a grafikont

that.getPlotSettings

Visszatér a grafikon megjelenítési tulajdonságokkal. Ennek segítségével mentjük el a tulajdonságokat.

that.setPlotSettings

Betölti a grafikon megjelenítési tulajdonságokat.

generateData(senderData, polynomial)

Legenrálja a grafikon azon bemenő paraméterét, amely a megjelnítendő adatokat állítja

generateType()

Legenrálja a grafikon azon bemenő paraméterét, amely a grafikon megjelítését állítja

setDefaultSettings()

Legenrálja a grafikon azon bemenő paraméterét, amely a grafikon megjelítését 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 létetik 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

3.3. Elosztott rendszer

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 processz-t 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.

3.3.1. Web-szerver kommunikáció

Adat feldolgozás

Az adatot JSON-ben kapja a szerver. Az adathalmaz kibontásához MonchiJSON lett alkalmazva. Az MochiJSON kibontásához használt segédfügvények:

struct_handler: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.

struct_handler:getElementByKey()
Vissza tér egy értékkel, amely az adott kulcson van.

struct_handler:getElementByKey()

struct_handler:getDataByJson()

struct_handler:simplifyPolinomial
Egyszerűsít egy polinómot

3.3.2. 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.

3.3.3. Elosztás folyamata

3.3.4. Számítás hívása

calculator:calculateByData(DataSetElement)
A bejövő paraméterből kinyeri a pontokat és a típust, majd meghívja a számító függvényt.

calculator:calculate(_X, _Y, _Type, _Inverz)
C++-ban implementált és onnan betöltött függvény

3.3.5. Tesztelési terv

3.3.6. Függvények listája

3.4. Kalkulátor

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

3.4.1. 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 : Interpóláció típusa: lagrange, newton, hermite

bool inverse : Inverz interpoláció kell-e

3.4.2. Elosztott rendszerrel való kommunikáció

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

3.4.3. Tesztelési terv

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.

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