

Teendõk listája



EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

INFORMATIKAI KAR

PROGRAMOZÁSELMÉLET ÉS SZOFTVERTECHNOLÓGIAI
TANSZÉK

Téradatok verziókövetésének megvalósítása Quantum GIS-ben

Témavezető:

Cserép Máté

egyetemi tanársegéd

Szerző:

Dorogi Benjámin

programtervező informatikus BSc

Budapest, 2019

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. Felhasználói dokumentáció	5
2.1. A téradatok verziókezelésének problémája	5
2.2. A modul működése	5
2.3. A beépülő modul telepítése	6
2.3.1. Rendszerkövetelmények	6
2.3.2. Telepítés	6
2.4. A verziókezelő használata	7
2.4.1. A kezelőfelület	7
2.4.2. Új követett projekt létrehozása	8
2.4.3. Módosítások mentése a verziókezelőbe	9
2.4.4. Tetszőleges verzió betöltése	9
2.4.5. Megjegyzés a használható rétegekhez	10
2.4.6. Verziókezelt projekt betöltése	10
2.5. A modul eltávolítása	11
3. Fejlesztői dokumentáció	12
3.1. A feladat specifikálása	12
3.1.1. Technológiák összekötése	12
3.1.2. A geometriaadatok kezelése	12
3.1.3. A QGIS reprezentáció kezelése	14
3.2. C# folyamatok használata python kódban, a Python.Net modul . . .	15
3.2.1. A Python .NET használata	15
3.3. Geometriai adatok változásának kezelése	16
3.3.1. Az AEGIS WorkingCopy	16

3.3.2.	Az AEGIS WorkingCopyWrapper	17
3.3.3.	A transzformációk	17
3.3.4.	Az IGeometryTransformation interfész	17
3.3.5.	A transzformációk generálása	18
3.4.	A QgisWorkingCopy	20
3.4.1.	A hiányzó információk biztosítása	20
3.4.2.	A QGIS munkapéldány funkciói	20
3.5.	A QAEGIS osztály	22
3.5.1.	Signalok és feldolgozásuk	22
3.5.2.	A kezelőfelület és eseményei	24
3.6.	Adatátvitel python és C# közt	25
3.7.	Egyéb segéd eljárások	25
3.8.	A program szerkezete	26
3.8.1.	A nyers programkód	26
3.8.2.	A működéshez szükséges binárisok	26
3.9.	A működésben lévő beépülő modul könyvtárszerkezete	27
3.10.	Tesztelés	27
3.11.	Továbbfejlesztési lehetőségek	28
3.11.1.	Az AEGIS továbbfejlesztési lehetőségei	28
3.11.2.	A python modul továbbfejlesztése	28
3.12.	Megjegyzések a fejlesztés közben felmerült problémákat illetően . . .	29
3.12.1.	Külső könyvtárak használata	29
3.12.2.	A Python .Net fordítási nehézségei	29
3.13.	Fogalomtár	29
4.	Összegzés	31

1. fejezet

Bevezetés

A különböző informatikai projekteknek a munkafolyamatok követése, a különböző állapotok megtekintésének és visszaállításának lehetősége, kulcsfontosságú részét képezi a tudományág -és még inkább az iparág- születése óta. Napjainkban a szöveges alapú munkák -például szoftver kód, szöveges dokumentumok, táblázatok- esetében már számtalan eszköz áll rendelkezésünkre ezen funkcionalitás eléréséhez, a már elavultnak számító -de ennek ellenére még mindig használt- CVS és SVN szoftverektől, a jelenleg alapvetőnek számító git alapú rendszerekig. Az említett verziókezelők közös tulajdonsága, hogy mind úgynevezett állapot alapú revíziókezelést valósítanak meg, azaz minden egyes módosításkor az állományok nyers változásait, sorok törlését, hozzáadását tárolják, és ezek alapján állítanak elő újabb vagy régebbi revíziókat.

Az állapot alapú verziókezelés egyik hiányossága, hogy az adatokat binárisan tároló folyamatok esetében -amik jellemzően valamilyen grafikus információt tárolnak vektorosan-, nagy tárigényű és jóval kevésbé hatékony. Az ilyen téradatok esetében a művelet alapú revíziókezelés sokkal célravezetőbb, mivel ebben az esetben a változások (vagy más szóval delták) az adott objektumokon végzett műveletek, melyek újbóli végrehajtásával megkaphatjuk a frissített változatát a módosított adatnak, az invertált műveletek alkalmazásával pedig korábbi állapotokat érhetünk el. A téradatok hatékony verziókezelésére való igényre válaszként született az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen fejlesztett AEGIS geoinformatikai programcsomag revíziókezelő modulja, ami interfészt biztosít az összes szükséges folyamathoz, viszont ezen szoftvernek még nem született életszerű környezetben felhasznált implementációja.

Szakdolgozatom motivációja az előbbi hiány megszüntetése, a széleskörűen elterjedt és használt nyílt forráskódú QGIS térinformatikai programhoz írt verziókezelő beépülő modul megvalósításával, mely a Q-Aegis nevet kapta.

A modul feladata a QGIS alapvető geometriai műveleteinek naplózása, tetszőleges verzióállapotok betöltése az AEGIS könyvtár funkcióinak felhasználásával

2. fejezet

Felhasználói dokumentáció

2.1. A téradatok verziókezelésének problémája

Téradatokkal -vagy bármilyen kép alapú adatokkal- egyre több szakterület dolgozik, és általánosan ezek a folyamatok kifejezetten magas számú felhasználók által végzett módosítással járnak. Az információk tárolása vagy binárisan, vagy valamilyen összetett geodéziai adatbázis állománnyal történik, ezek verziókövetésére pedig nem született még igazán megoldás. A QGIS egy széles körben elterjedt, főleg térképészeti adatok létrehozását, módosítását és tárolását támogató szoftver, ami még nem rendelkezik verziókezelést megvalósító kiegészítéssel, a Q-Aegis modul ezen hiány betöltésére született.

2.2. A modul működése

A Q-Aegis plugin az AEGIS nevű téradatkezelő keretrendszer felhasználásával biztosítja a QGIS-ben létrehozott projektek műveletalapú verziókezelését. A verziókezelő és a szerkesztőprogram közti technikai különbségeket a nyílt forráskódú Python .Net modul használatával hidalja át. A program követi a rétegek és a rajtuk lévő feature-ök változásait, a geometriák alakulását reverzibilis transzformációkká alakítja és ezeket tárolja. A korábbi vagy újabb verziók betöltésekor így nem szükséges forrásfájlokat cserélni, a rétegek új állapotait beállítani, mindez automatikusan megtörténik. Ezen kívül a megvalósítása miatt a Q-Aegis plugin lehetővé teszi, hogy

a QGIS-ben végzett munka során csupán az eredetileg nem menthető memóriában tárolt rétegekkel dolgozzon a felhasználó.

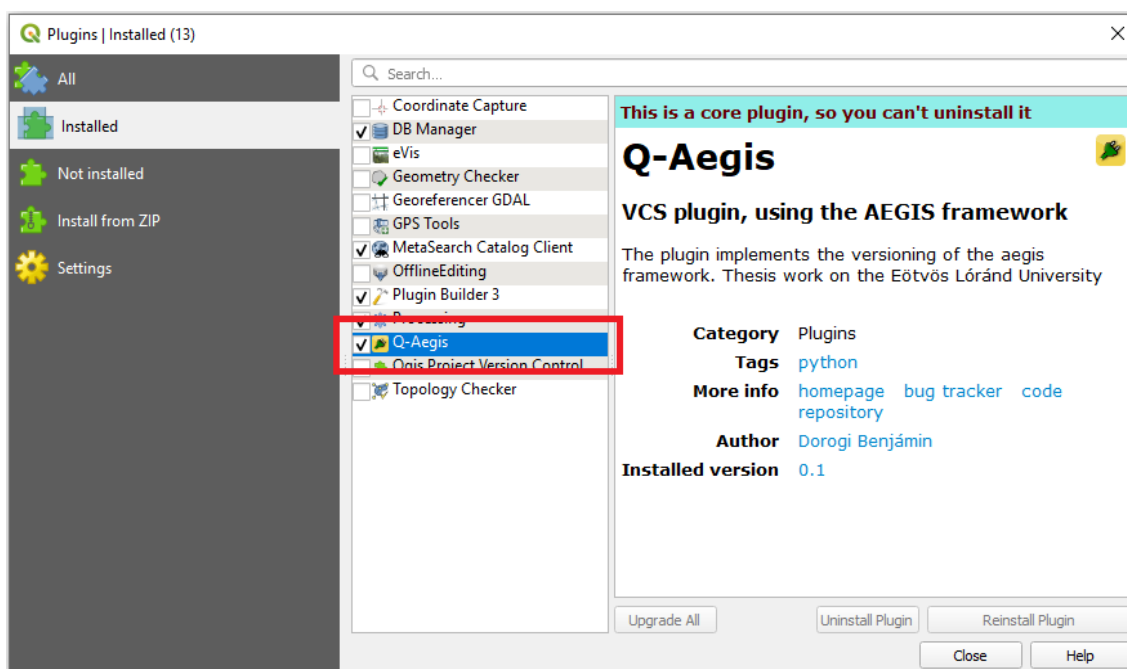
2.3. A beépülő modul telepítése

2.3.1. Rendszerkövetelmények

Mivel a program egy plug-in a QGIS térinformatikai programhoz, ezért használatához szükséges legalább a 3.6-os verzió jelenléte. Korábbi verziók esetén nem ismert viselkedések léphetnek fel, viszont a beépülő potenciálisan használható korábbi 3.x-es verziókkal is (nem tesztelt). Az AEGIS csomag használata miatt, amennyiben nincs még jelen a rendszerben, telepíteni kell a Microsoft .NET keretrendszert a legfrissebb verzióig. Az előbbi dependencia miatt a program csak Microsoft Windows operációs rendszer alatt használható.

2.3.2. Telepítés

A beépülő telepítése kifejezetten egyszerű, csak ki kell csomagolni a mellékelt tömörített állomány tartalmát a helyi QGIS verzió python plugin könyvtárába, amely telepítéstől függően a `../OSGeo4W64/apps/qgis/python/plugins`, vagy a `../QGIS3.x/apps/qgis/python/plugins` útvonalon érhető el. Ezután a QGIS-t elindítva a `plugins/manage and install plugins` menüponton keresztül megnyitott plugin kezelőben be kell kapcsolni a Q-Aegis plugint, hogy az ábrán látható állapotot kapjuk :



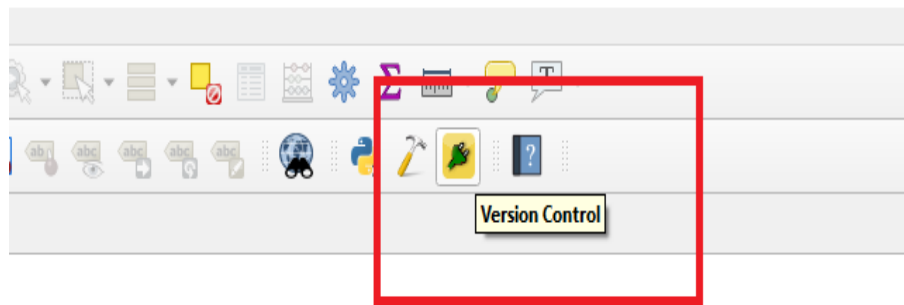
2.1. ábra. Az aktiválás utáni állapot

Ezután a verziókezelő modul használatra kész.

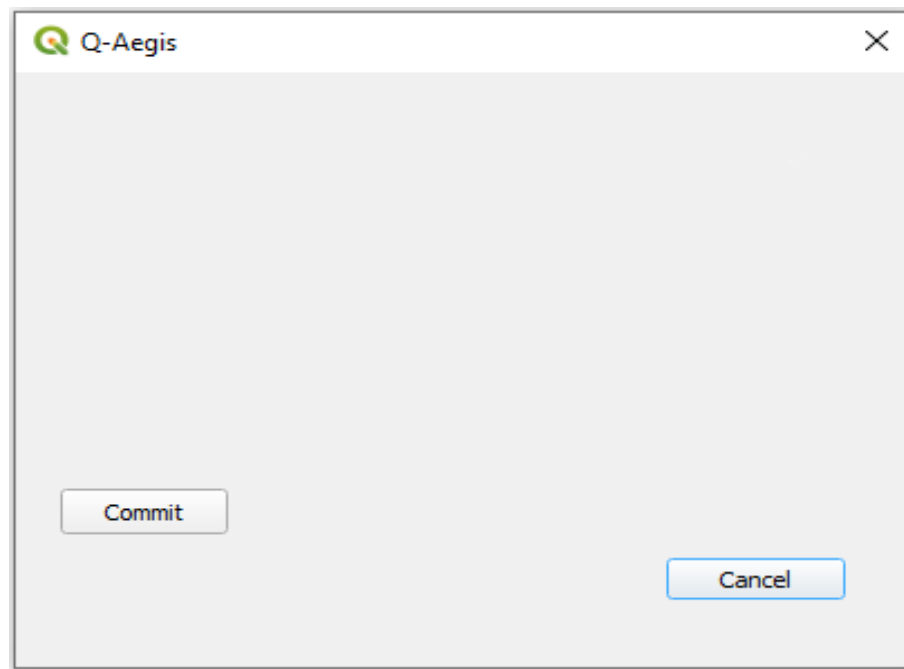
2.4. A verziókezelő használata

2.4.1. A kezelőfelület

A beépülő modul a QGIS-en belül létrehozott projektekkel van összekötve, így amíg nem nyitunk meg egy projektet, nem érjük el az új funkciókat. Projekt megnyitása után a modul kezelőfelülete a QGIS beépülő modulok eszköztárán található ikonra (2.2) kattintva nyitható meg, és a (2.3) ábrán látható módon néz ki alapértelmezett állapotban.



2.2. ábra. Az eszköztáron található ikon



2.3. ábra. A kezelőfelület alapállapota

Az ablak a "Cancel" gombbal zárható be, a többi gomb funkciójára, valamint a felület esetleges változásaira a használatot magyarázó részekben térünk ki.

2.4.2. Új követett projekt létrehozása

Amennyiben teljesen üres projekttel szeretnénk elkezdni a munkát, technikai okokból a projektet létre kel hozni, elmenteni, majd újra megnyitni. Ekkor létrejön a projekthez tartozó tároló, a verziókezelés használható innentől. Ha már meglévő

projektet szeretnénk verziókezeltté tenni, akkor a projektfájl megnyitása után a kezelőfelületen található "Commit" gombra kattintva a projekt teljes állapota bekerül a rendszerbe és a további módosítások már követhetők lesznek.

2.4.3. Módosítások mentése a verziókezelőbe

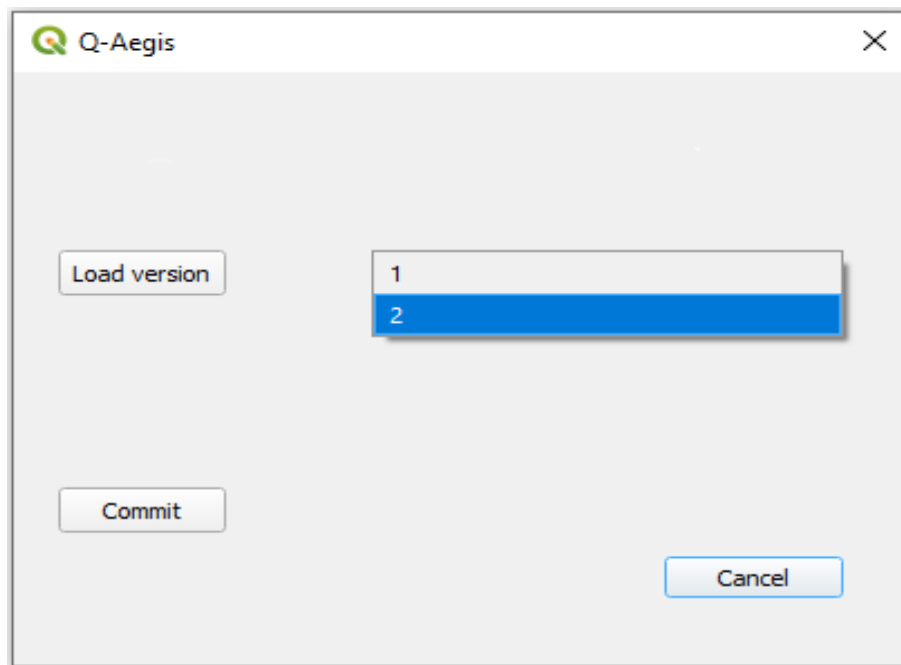
Miután módosításokat végeztünk a projekten, a "Commit" gomb újbóli megnyomásával az új állapot bekerül a revíziókezelő rendszerbe. A QGIS szerkesztési funkciói még nincsenek teljes mértékben támogatva a Q-Aegisben, a kezelt módosítások a következők:

- Új réteg hozzáadása
- Létező réteg eltávolítása
- Geometria hozzáadása réteghez
- Geometria eltávolítása rétegről
- Geometria módosítása :
 - Tetszőleges geometria részének vagy egészének eltolása
 - Vonal típusú geometriákba új pont felvétele, pontok eltávolítása vonalakból
 - Poligon típusú geometriákhoz "lyukak" hozzáadása vagy eltávolítása
 - Multigeometriákhoz részek hozzáadása vagy eltávolítása

2.4.4. Tetszőleges verzió betöltése

Amennyiben már van a projekthez mentett verzió, a kezelőfelület némileg megváltozik, megjelenik rajta egy lista az elérhető verziókról (2.4). A listából egy tetszőleges számú verziót kiválasztva, majd a "Load Version" gombra kattintva a projektbe betöltődik a kiválasztott verzió. Amennyiben a betöltés előtt a projektben vannak olyan módosítások, amelyek még nem kerültek be a rendszerbe, a program egy felugró ablakkal figyelmezteti a felhasználót, és felajánlja neki a lehetőséget, hogy commitolja a módosításait, mielőtt betöltené az új verziót.

Ha korábbi állapot van betöltve, és módosításokat végzünk rajta, akkor ha menteni próbálunk, a rendszer hibaüzenettel jelzi, hogy előbb a legfrissebb verzióra kell állni és utána lehet módosítani.



2.4. ábra. A verzióválasztó lista

2.4.5. Megjegyzés a használható rétegekhez

A QGIS több opcióval is rendelkezik arra, hogy milyen módon tároljuk a rétegeinket. A Q-Aegis csak a vektoros rétegtípusokon végzett műveleteket támogatja. Szerkesztés közben nem számít, hogy memóriában tárolt ideiglenes réteggel, vagy shapefile-ban tárolt réteggel dolgozunk, viszont verzió betöltésekor az összes réteg törlődik, és a betöltendő verzióknak megfelelő rétegek jönnek létre, amik mind memóriában tároltak. Mivel alapvetően ezeket a QGIS nem tárolja, kilépéskor figyelmezteti a felhasználót, hogy ezek tartalma el fog veszni, ez viszont nem érinti azokat a projekteket, amik a Q-Aegisben vannak, hiszen az abban tárolt állapotok alapján tölti vissza az adatokat.

2.4.6. Verziókezelt projekt betöltése

A Q-Aegis jelenleg még nem ad lehetőséget arra, hogy létező tárolóból hozzunk létre egy új QGIS projektet, de az alábbi lépésekkel ez megvalósítható:

1. Hozzunk létre egy új projektet, mentsük el
2. Nyissuk meg, majd zárjuk be, így létrehozva egy új, üres tárolót
3. Lépjünk be a telepítésnél bemásolt könyvtárban található repositories mappába (/plugins/qaegis/repositories)
4. A másolni kívánt projekt nevével megegyező nevű könyvtár tartalmát másoljuk ki
5. Szűrjük be a kimásolt állományokat és alkönyvtárakat az új projekt nevével megegyező nevű mappába, felülírva tartalmát
6. Az új projektet megnyitva rendelkezésre áll a projekt másolata

2.5. A modul eltávolítása

A Q-Aegis modul kikapcsolható a QGIS beépülő modulokat kezelő felületén, ugyanúgy ahogy hozzáadásra került. A teljes eltávolításhoz töröljük ki a qaegis mappát a plugin könyvtárból.

3. fejezet

Fejlesztői dokumentáció

3.1. A feladat specifikálása

A beépülő modul célja röviden a téradatok verziókezelésének megvalósítása a QGIS-en belül az AEGIS keretrendszer segítségével. Ez szétválasztható a QGIS és az AEGIS közti technológiai különbségek áthidalására, a tényleges geometriamódosítások kezelésére, valamint ezek összekötésére a QGIS-es reprezentációjukkal.

3.1.1. Technológiák összekötése

A QGIS python nyelvet használó interfészt biztosít az extra funkciók megvalósítására, az AEGIS keretrendszer pedig a C# alapú Microsoft.NET frameworkben íródott, ezen két technológiát kell valahogy egyesíteni.

3.1.2. A geometriaadatok kezelése

A geometriák tárolása, betöltése, valamint eltávolításuk kezelése mind az AEGIS létező funkciói voltak a projekt kezdeténél, így a tényleges feladat, a transzformációk definiálása, és létrehozása. Az átalakítások tervezése közben az a fő szempont, hogy a lehető legáltalánosabbak legyenek, és minden lehetséges módosítás leírható legyen véges alkalmazásukkal. Ezt a törekvést segíti az, hogy az AEGIS geometriatípusai megfeleljenek a Simple Feature Access standardnak, ezáltal egy adott hierarchiával rendelkeznek: A pontok különálló típust képeznek, A vonalak koordináták sorozatai, amik hasonlóan viselkednek a pontokhoz, a sokszögek pedig gyűrűkkel vannak

leírva, amik a vonalak speciális változatai, így az "alacsonyabb szintű" geometriák transzformációi felhasználhatóak a bonyolultabb térobjektumok átalakításainak leírásához is. Az alakzatok lehetséges változásainak megfelelő rekreálásához a következő transzformációkat szükséges definiálni:

- Pont eltolása
- Vonal részleges vagy teljes eltolása
- Pont felvétele a vonalba
- Pont eltávolítása a vonalból
- Sokszög héjának módosítása
- Sokszögben lévő lyuk módosítása
- Lyuk felvétele sokszögbe
- Lyuk eltávolítása sokszögből

Ezekon kívül az összes több alakzatot egybefogó, úgynevezett multigeometriák változásainak leírásához szükségesek a következő műveletek:

- Multigeometria egy vagy több részének módosítása a megfelelő egyedi geometria transzformációkkal
- Geometria hozzáadása multigeometriához
- Geometria eltávolítása multigeometriából

Ezen transzformációk segítségével bármilyen alapvető geometriaváltozást le lehet írni.

A transzformációk generálása egy kicsit bonyolultabb feladat, melynek során elemeznünk kell a kiindulási geometriát, és a végeredményt, ez alapján pedig létrehozni azt a transzformációgyűjteményt amit végrehajtva az eredetin, megkapjuk az újat. Itt végül a pontok esetét leszámítva a következő algoritmus született:

1. Tekintsük a ez eredeti és a módosult geometria "hosszát" (3)

2. A két geometria megegyező hosszú részein -ami megegyezik a "hosszaik" minimumával- hozzuk létre azokat a transzformációkat, amik az eredeti részeit az új részeknek megfelelő részekre alakítják
3. Amennyiben az új geometria hosszabb, a régiben még nem létező részeket adjuk hozzá
4. Amennyiben a régi geometria hosszabb, az újban már nem létező részeket töröljük ki

Mivel pont geometriáknál csak az eltolás művelete létezik, nem szükséges részekre bontani a transzformációgenerálást, a koordináták különbségeiből kiszámolható az összes szükséges paraméter.

Ezen részek implementálásával a geometriák alakulásának követése megvalósítható.

3.1.3. A QGIS reprezentáció kezelése

A fő különbség az AEGIS és a QGIS geometriákat kezelő része között az, hogy az előbbi csak a téradatot kezeli, az utóbbi viszont ezeket még rétegekre osztva jeleníti meg. Ezzel önmagában nem lenne probléma, viszont a QGIS nem rendel egyedi azonosítót a geometriákhoz, így előfordulhat, hogy két különböző rétegen azonos geometria szerepel, és módosításukkor nem tudjuk megállapítani, hogy az AEGIS-ben tárolt adatok közül melyik módosult. Ez alapján a beépülő modulon belül megvalósítandó plusz funkciók a következők:

- A QGIS feature-ök és az AEGIS geometriák kapcsolatának nyílvántartása
- A QGIS műveleteinek megfeleltetése az AEGIS műveleteknek
- Az AEGIS-ben tárolt állapotok megjelenítése
- A verziókezelés lépéseire grafikus kezelőfelület biztosítása

Ezekon kívül sajnos láthatóvá kell tenni az AEGIS-hez képest külső modulnak számító plugin számára a geometriák belső azonosítóit, ami szembe megy a verziókezelő tervezési elképzeléseivel de sajnos nem elkerülhető. Ezen kívül valamilyen módon kompatibilissá kell tenni a QGIS geometriáit az AEGIS reprezentációikkal.

3.2. C# folyamatok használata python kódban, a Python.Net modul

Ahogy a specifikáció elején említésre került, a szoftver amihez a verziókezelő beépülő modul és a verziókezelést biztosító könyvtár két teljesen különböző technológiát használ. Mivel a python programozási nyelv széleskörűen elterjedt különböző extra funkciók hozzáadására más környezetekhez, ezért több opció volt az eltérő megoldások összekötésére. Az egyik az IronPython nevű kiegészítő modul a python-hoz, viszont ez csak a nyelv 2.7-es verzióját támogatja, aminek hamarosan megszűnik a támogatottsága, így más utat kellett keresni. Az előbbihez hasonlóan nyílt forráskódú Python.Net modul azonos funkcionalitással rendelkezik, és a legújabb verziókkal is kompatibilis, így kézenfekvő megoldásnak bizonyult. A Python.Net projekt integrálása a QGIS pluginba egyedül azért okozott nehézséget, mivel a nyelvi összeköttetést biztosító szoftver fordításához számos dependenciának jelen kell lennie a rendszerben, így végül már fordított bináris formájában került a beépülő modulba. Ez sajnos kizárja annak lehetőségét, hogy a könyvtár esetleges frissülésével a plugin is dinamikusan megkapja a legújabb állományokat, viszont a program telepítését meglehetősen megkönnyíti.

3.2.1. A Python .NET használata

A Python .NET az úgynevezett Common Language Runtime (clr) modult biztosítja a python programozási nyelvhez. Amennyiben a fordított források a python belső elérési útvonalain szerepelnek, importálható a clr modul. Ezután a szintén classpathhoz adott dll formátumba fordított C# könyvtárakat is hozzáadhatjuk a python kódhoz. A tényleges implementációban a beágyazás az alábbi módon néz ki :

```
1 pluginpath = "{}/../python/plugins/qaegis".format(QgsApplication.  
    pluginPath())  
2 sys.path.insert(0,pluginpath+"/pythonnet")  
3 sys.path.insert(0,pluginpath+"/aegis")  
4  
5 import clr  
6 clr.AddReference('AEGIS.Core')
```

```
7 clr.AddReference('AEGIS.IO')
8 clr.AddReference('AEGIS.Versioning')
9 clr.AddReference('AEGIS.Processing')
```

3.1. forráskód. A clr modul bekötése, és a dll-ek importálása a Q-aegis kódjában

Az importálás után pedig például ilyen módon hozhatunk létre egy String kulcsokkal egész számokat tároló C# szótárat:

```
1 dictionary = Dictionary[String,int]()
```

3.2. forráskód. C# objektum használata python kódban

3.3. Geometriai adatok változásának kezelése

3.3.1. Az AEGIS WorkingCopy

Az AEGIS verziókezelő moduljának külső interfésze az úgynevezett Working Copy, avagy munkapéldány. Ezen keresztül a következő funkciók érhetőek el:

1. Teljes revíziókezelő, és hozzá tartozó tároló létrehozása vagy betöltése, attól függően, hogy van-e már jelen egy
2. Geometriák hozzáadása az aktuális verzióhoz
3. Geometriák eltávolítása az aktuális verzióból
4. Geometria módosítása az aktuális verzióban, az IGeometryTransformation interfészt megvalósító transzformációpéldánnyal
5. Aktuális verzió mentése a verziókezelőbe
6. Tetszőleges verzió betöltése és megjelenítése

A WorkingCopy két hiányossággal rendelkezik a beépülő modulban való használathoz. Transzformációk előállítását nem támogatja, valamint az aktuális állapotát kifelé csak geometriák halmazaként biztosítja, ami a QGIS réteges megjelenítésében problémákat okozhat.

3.3.2. Az AEGIS WorkingCopyWrapper

A munkapéldány említett hiányosságainak pótlására jött létre a WorkingCopyWrapper osztály, amely a WorkingCopyhoz képest az alábbi többletfunkciókkal bír:

1. Eredeti és módosult geometria alapján transzformációk generálása, majd ezzel a workingcopy módosító függvényének használata
2. Egy egyedi azonosítókkal ellátott geometrialista biztosítása a lokális állapotról

A rendeltetésszerű működéshez ez viszont nem elegendő, ugyanis a specifikációban felsorolt szükséges transzformációknak nem volt implementációja az AEGIS-ben, ebből kifolyólag generálásukra se volt lehetőség. Ezt az AEGIS Processing könyvtárának kiegészítésével orvosoltam

3.3.3. A transzformációk

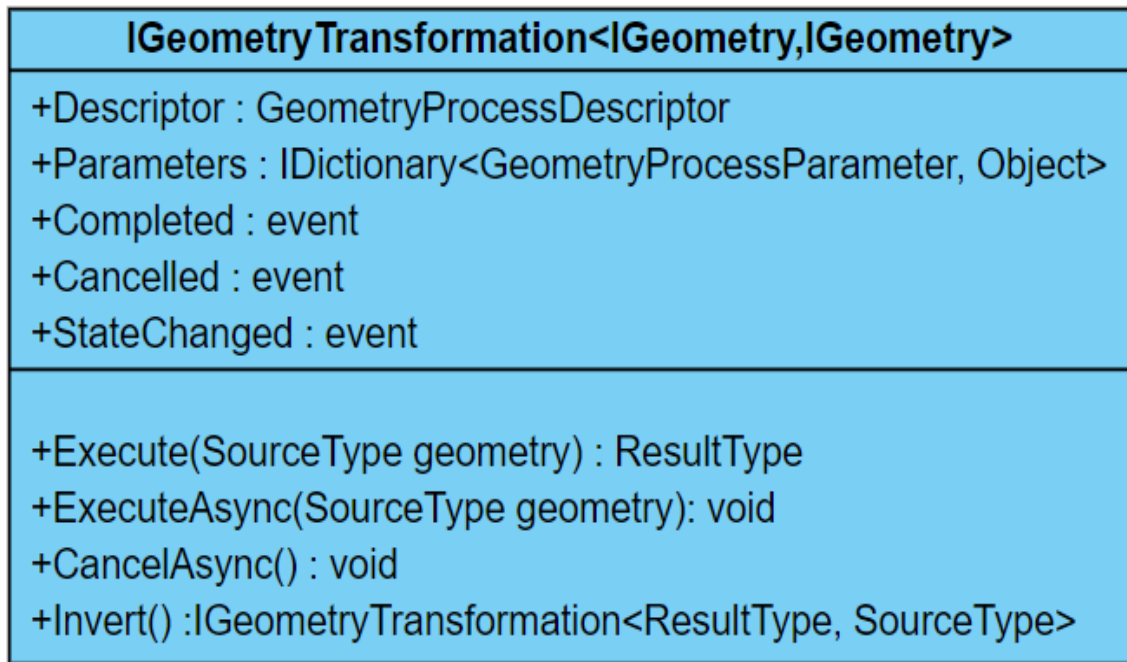
A geometriák átalakító műveletek kialakítása az alábbi elven alapul:

- A pontok transzformációja leírható egy egyszerű vektor hozzáadással
- Az összes többi geometria kisebb részekből áll (4)
- Egy geometria módosítása leírható a részeire vonatkozó kisebb transzformációkkal

Ez alapján három típusú transzformáció alakult ki. A rész módosítása, ami a módosítandó részek indexeit és a részeken elvégzendő résztranszformációit tartalmazza, a rész hozzáadása amely az új rész geometriáját és a beszúrás indexét tartalmazza, valamint a rész eltávolítása, amely az eltávolítandó rész indexét tárolja, valamint az eltávolított rész geometriáját, erre az invertálhatóság megvalósításához van szükség.

3.3.4. Az IGeometryTransformation interfész

Ahogy korábban is említésre került, az AEGIS a transzformációkat az IGeometryTransformation implementációjaként várja.



3.1. ábra. A geometriatranszformációs interfész osztálydiagramja

Ezen interfész legfontosabb metódusai:

1. Execute(IGeometry geometry) : a transzformáció végrehajtása az IGeometry interfésznek megfelelő téradaton, a módosított alakzat visszaadása. A forrás-geometriának meg kell egyeznie a transzformáció bemeneti típusával.
2. Invert(): A transzformáció inverzének előállítása, mellyel helyreállítható az eredeti geometria. Hozzáadás típusú művelet inverze ugyanazon az indexen történő eltávolítás és fordítva, részmodosítás esetén a résztranszformációk inverzeinek végrehajtása ugyanazokon a részeken.

Az összes módosítást leíró osztály rendelkezik ezen metódusok egyedi implementációival, melyek megfelelnek a saját geometriatípusaiknak.

3.3.5. A transzformációk generálása

: Az eredeti és módosított geometriákból transzformációk generálását az AEGIS Processing modulban található TransformationFactory statikus osztályok végzik. A transzformációk létrehozása a specifikációban leírt algoritmus alapján működik, ez legkönnyebben a multipont transzformáció generálásának kódjával szemléltethető:

```
1 public static List<IGeometryTransformation<MultiPoint, MultiPoint>>  
    Create(MultiPoint oldMultiPoint, MultiPoint newMultiPoint)  
2 {  
3     List<IGeometryTransformation<MultiPoint, MultiPoint>> result = new  
        List<IGeometryTransformation<MultiPoint, MultiPoint>>();  
4     var pointTranslates = new Dictionary<int,  
        PointTranslateTransformation<Point>>();  
5     for (int i = 0; i < Math.Min(oldMultiPoint.Count, newMultiPoint.  
        Count); i++)  
6     {  
7         pointTranslates.Add(i, PointTranslateTransformation<Point>.Create(  
            oldMultiPoint[i], newMultiPoint[i]));  
8     }  
9     result.Add(new MultiPointTranslateTransformation<MultiPoint>(  
        pointTranslates));  
10    if (oldMultiPoint.Count < newMultiPoint.Count)  
11    {  
12        for (int i = 0; i < newMultiPoint.Count; i++)  
13        {  
14            if (i > oldMultiPoint.Count - 1)  
15            {  
16                result.Add(new MultiPointAddPointTransformation<MultiPoint>(  
                    newMultiPoint[i], i));  
17            }  
18        }  
19    } else if (oldMultiPoint.Count > newMultiPoint.Count)  
20    {  
21        for(int i = 0; i < oldMultiPoint.Count; i++)  
22        {  
23            if (i > newMultiPoint.Count - 1)  
24            {  
25                result.Add(new MultiPointRemovePointTransformation<MultiPoint>(  
                    oldMultiPoint[i], i));  
26            }  
27        }  
28    }  
29 }  
30  
31 return result;
```

3.3. forráskód. A MultiPointTransformationFactory Create metódusa

Mint látható, a generáló függvény először létrehoz annyi résztranszformációt, amekora részen még egyezik a két geometria hossza, majd a még nem, vagy már nem jelen lévő részgeometriák létrehozásának illetve eltávolításának műveleteit állítja elő. Az összes transzformációgenerátor hasonló módon működik.

3.4. A QgisWorkingCopy

3.4.1. A hiányzó információk biztosítása

Az AEGISben létrehozott kibővített munkapéldány önmagában még nem elég ahhoz hogy a QGIS projektek verziókezelésére alkalmas legyen, mivel nem képes a rétegek adatainak és változásainak követésére, valamint nincsen megoldása arra se, hogy a különböző featureökhöz rendelje a benne tárolt geometriákat. Ezeket a funkciókat a QgisWorkingCopy python osztály biztosítja az úgynevezett QWCDData állomány segítségével. Ebben egy extraData névre keresztelt objektum található amely az alábbi formátumot követi: Az egész objektum egy python szótár, amelyben a kulcsok a verziószámok, a hozzájuk tartozó objektumok pedig a projekt adott verzióhoz tartozó állapotát írják le. Ebben az állapotleíróban a keyDict a featureök "Qgis id (10)"-jához rendelve tárolja az Aegisben tárolt geometriák kulcsait, a layers pedig a rétegek betöltéséhez szükséges adatokat tartalmazza: az azonosítót, a geometriatípust és a referenciarendszert.

3.4.2. A QGIS munkapéldány funkciói

Extra adatok nyilvántartása

a QgisWorkingCopy tükrözi az AEGIS munkapéldány wrapper funkcionalitását, kiegészítve azokat az extra adatok karbantartásával. Példányosításakor ellenőrzi, hogy létezik-e a verziókezelő állományainak tárolására mappa, ha nem létrehozza, majd példányosítja a wrappert, szimpla fájl alapú tárolóval és kétirányú deltákat használó revízió kontrollerrel. Ezek után betölti az azonos mappában tárolt

QWCDData fájlból a szükséges további adatokat. A geometriák hozzáadása, módosítása és törlése egyszerűen a WorkingCopyWrapper azonos metódusait hívja meg, azonban a commit függvény hívásakor el kell tárolnia az extra adatokat. Ezen információk a Q-Aegis futása közben gyűlnek össze mely folyamat később lesz részletezve. A legtöbb adat kezelése nyilvánvaló, viszont a feature id-k karbantartása, valamint a verziók betöltése érdemel némi külön figyelmet.

A feature id probléma

A QGIS a rétegeken lévő objektumok azonosítóit a réteg tárolásától függően különböző módon kezeli (amire a dokumentációja nem sok említést tesz). Amennyiben memóriában tárolt a layer, a featureök indexelése 1-től kezdődik, és a műveletektől függetlenül nem változik. Shapefileban tárolt adatok esetén viszont 0-tól indul az indexelés, és objektum eltávolítása esetén az összes olyan azonosító, ami nagyobb volt nála, csökken eggyel, hogy egy folyamatos id állapot maradjon. Ezért amikor feature eltávolításokat kezelünk, és a réteg tárolója shapefile volt, minden törlés után az összes eltárolt nagyobb azonosítót dekrementálni kell eggyel.

Verzió betöltése, rétegek kezelése

Egy kiválasztott verzió betöltése a munkapéldányon keresztül történik, először a workingcopyt a megjeleníteni kívánt verzióra állítjuk, majd ebből lekérjük az aktuális geometria állapotot, amit a geometriák egyedi azonosítóiból és magukból a geometriákból álló párok formájában kapunk meg, C# szótár formájában. Ezt az adott verzióhoz tartozó extra adat objektum segítségével feldolgozzuk olyan módon, hogy rendelkezésünkre álljon az összes megjeleníteni kívánt réteg létrehozásához szükséges adat, valamint összepárosítjuk a keyDict segítségével a geometriákat a layereken kirajzolandó feature-ökkel. Ezt követően a rétegegyes adatok alapján létrehozuk a valódi QGIS layereket, feltöltjük őket az adott verzióban lévő állapotukkal, majd ezeket jelenítjük meg a QGIS grafikus felületén.

3.5. A QAEGIS osztály

A tényleges beépülő modul maga a QAEGIS python osztály, melynek váza a QGIS-hez írt plugin builder beépülővel lett generálva. Ez biztosítja, hogy az alap szerkezete megfelelő legyen az alapprogramba való integráláshoz, és minden szükséges metaadattal rendelkezzen. Ebben az osztályban férünk hozzá a QGIS interfészéhez, amin belül az aktuális projekt példánnyal dolgozik a modul. Mivel a QGIS Qt technológián alapul, ezért az események kezelésére az úgynevezett signalokat használjuk fel. A signalokat a felhasználó tevékenységei váltják ki, és egy adott információhalmazt adnak, amire ráköthetünk saját implementálású feldolgozófüggvényeket. A signalok és kezelésük áttekintésével könnyen megérthető a beépülő modul működése.

3.5.1. Signalok és feldolgozásuk

A QGIS interfész projekt megnyitási signal

Ezen jelzést használja a modul a munkapéldány megnyitására, amely folyamat vagy létrehoz egy új üres revíziókezelőt, vagy ha létezik a megnyitott projekthez egy, betölti azt. Ezen signal kezelése során jönnek létre azok a listák is amik követik az aktuális szerkesztésekben a rétegek és featureök létrehozását és törlését.

A projekt példány réteg signaljai

Az aktuálisan megnyitott projekt réteg létrehozásakor vagy törlésekor egy jelzés formájában ad információkat a végzett műveletről. Ezeket kezelve kerülnek a bufferlistákba az elvégzett műveletek. A bufferekre azért van szükség, mert a projekt mentéséig nem tekinthető véglegesnek a réteg jelenléte vagy eltávolítása, ezért amíg nem mentett állapotban vannak, nem kerülnek be a revíziókezelésbe. A réteg törléséhez tartozó signal kezelésekor nem csak a rétegelemek eltávolítása kerül a bufferbe, hanem az összes rajta lévő objektum törlése is, így ha a layer már nincs jelen, a tartalma se marad felesleges adatként a rendszerben.

A projekt mentésének signalja

A projekt mentésekor tekinthető ténylegesen elvégzettnek egy layer törlése vagy felvétele, ezért ezen jelzés kiváltásakor kerülnek ezek a módosítások a munkapéldányba. Új rétegek esetén a rajtuk végzett geometriaműveletek mentésig nem relevánsak -hiszen ha elvetnénk a mentésüket, az összes rajtuk lévő objektum is törlésre kerülne-, így mentés után kerül be minden feature is új geometriaként az AEGIS rendszerbe.

Réteg mentésekor kiváltott jelzések

Fontos megjegyezni, hogy a rétegek rendelkeznek az egyes műveletek végrehajtásakor megjelenő signalokkal is, viszont ezek nem biztos hogy mentésre is kerülnek, így hasonlóan a rétegműveletek buffereléséhez, ezek is egy köztes állapotban tárolódnak a véglegesítésükig. Szerencsére ezt a funkciót maga a QGIS biztosítja, így a függőben lévő műveletek tárolását nem szükséges újraimplementálni. A rétegen végzett műveletek mentésekor három különböző jelzés kerül feldolgozásra.

- **Hozzáadott featureök mentése:** Ezen signal szolgáltatja az adatokat az újonnan létrehozott geometriákról, így ezen keresztül kerülnek be az új tér-adatok a verziókezelésbe. Érdemes kiemelni itt az alábbi kódrészletet :

```
1  geomToAdd = feature.geometry()
2  for layer in self.iface.mapCanvas().layers():
3      if layer.id() == layerId:
4          layerType = layer.wkbType()
5  if layerType in range(4,7) :
6      geomToAdd.convertToMultiType()
```

3.4. forráskód. A multigeometria réteg probléma kezelése

Erre azért van szükség, mert amennyiben a réteg multigeometriákkal dolgozik, új geometria létrehozásakor -valamilyen ismeretlen okból- még szimpla tér-adatként kezeli azokat, viszont bármilyen módosítást végzünk rajtuk, átalakítja az egyszerű alakzatokat egyelemű többszörös változataikká. Ez komoly problémákat tud okozni a módosítások kezelésénél, hiszen követetlenül változik meg a geometria típusa. Ezért ellenőrzi a program, hogy a réteg geometria-

típusa többszörös-e, amit a 4,5,6 kódokkal jelöl, és ha igen, akkor még az új adat bekerülése előtt konvertálja azt multigeometria formába.

- **Eltávolított featureök mentése:** A geometriák eltávolításakor problémás, hogy az újonnan létrehozott adatokat mentésükig ideiglenes azonosítóval kezeli a QGIS, és mentéskor ezeket az ideiglenes változatokat törli, és felveszi véglegesként. Mivel az ideiglenes verziók nem szerepelnek a verziókövetésben, így ha az eltávolításukat próbálnánk feldolgozni, hibára futnánk. Ezt kiküszöbölendő kihasználjuk az ideiglenes featureök egy tulajdonságát. Amíg a már véglegesített objektumok tárolás módjától függően 0-tól vagy 1-től kezdve kapnak azonosítót, ideiglenes verziók a negatív irányba kapnak ID-t, ezért ha egy feature id-ja 0 vagy 1 alatti, ideiglenesnek tekinthető. Ennek felhasználásával megfelelő módon eltávolíthatóak a ténylegesen a felhasználó által törölt téradatok.

- **Módosított geometriák mentése:** A módosított geometriák kezelése elég egyértelmű mivel a valódi változáskezelést az AEGIS kiegészítései biztosítják, az egyedüli plusz ellenőrzés ami belekerült azt vizsgálja, hogy a módosított geometria mentetlen rétegen foglal-e helyet, és ha igen, nem tekintjük módosításnak, hiszen még nem került be a rendszerbe.

3.5.2. A kezelőfelület és eseményei

A kezelőfelület alapja a plugin generátor által létrehozott Qt ablak, amely Qt designer segítségével lett végleges formájára alakítva. A felület tervezésekor a fő szempont az volt hogy annyira egyszerű és intuitív legyen amennyire az csak lehetséges, így végül mindössze két elemmel vezérelhetővé vált a teljes verziókezelés

1. **A commit gomb:** Az aktuális verzió mentésére szolgáló gomb kettős funkciót tölt be. Az általánosabb, hogy ha már kezelt projekttel dolgozunk, megnyomásakor változtatásaink véglegesítésre kerülnek a revíziókezelő modulban, és létrejön egy újabb verzió. Másik funkcióját abban az esetben látja el, ha egy létező, de még nem verziókezelt projekt van megnyitva. Ekkor megnyomásával a projekt teljes szerkezete, azaz rétegei és azok tartalma bekerülnek a friss munkapéldányba mint kiindulási verzió.

2. **A verzióválasztó lista, és a hozzá tartozó betöltés gomb:** A verzióválasztó lista nem jelenik meg a kezelőfelületen addig, amíg a munkapéldány nem rendelkezik betölthető verzióval. Amennyiben már használható, a kívánt verziószámot kiválasztva és a betöltőgombra kattintva elindul a kiválasztott revízió megjelenítése. Mivel a verziómegjelenítés implementációjából fakadóan elveti az összes aktuális módosítást amit esetlegesen még nem mentett a felhasználó, ezért amennyiben vannak ilyen függőben lévő műveletek, a program felajánlja azok mentését egy új verzióba a betöltés megkezdése előtt.

3.6. Adatátvitel python és C# közt

A geometriák ugyan az AEGIS és a QGIS rendszerekben is szabványosan vannak kezelve, viszont a megvalósításaik különbözőek. Az ebből adódó problémák elkerülése érdekében a geometriák a legtöbb helyen a WKT reprezentációjukban, szövegesen kerülnek átadásra. Ezen kívül az AEGISben a geometriákhoz rendelt egyedi azonosító is használva van néhány helyen az objektumok kiválasztására. Erre azért van szükség, mert az AEGIS a geometriák közti ellenőrzésekor sokkal pontosabb adatokkal dolgozik mint a QGIS és ezek az eltérések sokszor nem várt viselkedéseket eredményeztek, például geometriák módosításakor a verziókezelő modul ellenőrzi, hogy van-e a módosított geometriával egyező a tárolóban, és ha nem talál ilyet, akkor szimplán felveszi újként, ami a pontatlanságok miatt lehetetlenné tette a módosítások hatékony követését, ezért módosításkor az eredeti állapotot közvetlenül kulcs alapján szedi ki a rendszer a tárolóból, ahelyett hogy a QGIS reprezentációval egyező geometriát keresne.

3.7. Egyéb segéd eljárások

A szoftver rendelkezik néhány adatátalakító eljárással, ezek a következők:

1. Aegis geometria reprezentációt QGIS reprezentációvá alakító függvény és inverze, a geometriák Well Known Text reprezentációját használják.
2. C# szótárat

3.8. A program szerkezete

3.8.1. A nyers programkód

A létrehozott programkód szerkezete szétválasztható a C#-ban valamint a pythonban írt részekre.

A C# nyelven implementált kód az alábbi struktúrát követi:

1. Az AEGIS egyes funckinalitásai a megfelelő könyvtárakban található állományokban vannak
2. A geometriatranszformációk, valamint a transzformációgenerátorok osztályai az AEGIS Processing könyvtárának QgisTransformation alkönyvtárában kerültek mentésre
3. A munkapéldány wrapper osztálya az AEGIS Versioning WorkingCopy könyvtárában lett létrehozva, az általa használt eredeti WorkingCopy mellett

A python kód a qaegis mappában található, az alábbi szerkezettel:

1. A plugin magját adó QAEGIS osztály definícióját, valamint a QgisWorkingCopy osztályt a qaegis.py állomány tartalmazza
2. A szükséges konverziók implementációi a converters.py fájlban találhatóak
3. A kezelőfelület leírása a qaegis_dialog.ui állományba, a működtetéséhez szükséges kód az azonos nevű de python kiterjesztésű fájlba került

3.8.2. A működéshez szükséges binárisok

A beépülő modul működéséhez szükséges az AEGIS csomag dillekké fordított verziója a plugin könyvtáron belüli aegis mappában kapott helyet, a lefordított pythonnet clr modul pedig az azonos szülőmappájú pythonnet könyvtárban található.

3.9. A működésben lévő beépülő modul könyvtár-szerkezete

A használatban lévő plugin a QGIS python beépülőket tartalmazó mappájában található, ebben a könyvtárban van minden szükséges állomány. A tényleges verziókezelést biztosító tárolók a repositories alkönyvtárban kerülnek létrehozásra, ezen belül pedig a kezelt projekt nevével megegyező mappákban találhatóak a szükséges fájlok. Ezen belül a changesets mappa verziószámokkal elnevezett forrásaiban találhatóak a revíziókhoz tartozó változáslisták, a snapshots mappa tartalmazza az esetlegesen mentett verzióállapotokat, a revisioncontrol fájl pedig az összes többi használt adatnak ad helyet. A QWCData állomány tartalma az összes AEGIS-en kívüli követendő adat szerializált formája.

3.10. Tesztelés

Sajnos a beépülő modul tesztelése korántsem volt alapos, csupán felhasználói tesztek lettek végrehajtva, azaz a program működése a használatával lett ellenőrizve. Ezek alapján az alábbi eredmények születtek.

1. A modul hozzáadása, betöltése hiba nélkül működik
2. A projektek verziókezelésének inicializálása üres, és meglévő munka esetén is végrehajtható
3. A rétegek létrehozása, törlése verziókezelt
4. Tetszőleges korábbi vagy új verzió betölthető, megfelelő rétegállapotok jönnek létre
5. A geometriák létrehozása és törlése működik
6. A geometriák módosításának megfelelő transzformációk kerülnek létrehozásra és tárolásra

3.11. Továbbfejlesztési lehetőségek

3.11.1. Az AEGIS továbbfejlesztési lehetőségei

Az AEGIS szerkezetéből adódóan számos lehetőséget biztosít további funkciók létrehozására:

1. A geometriákhoz tartozó egyéb metaadatok módosítására létre lehetne még hozni új transzformációs osztályokat, ezáltal ezek is kezelhetőek lennének
2. A repository osztályt ki lehetne bővíteni olyan módon, hogy ne nyers fájlokban tárolja az adatait, hanem valamilyen hálózati úton, így eszközök közötti kommunikáció is megvalósítható lenne.
3. A módosítások kezelését tovább lehetne fejleszteni olyan adatok hozzáadásával, mint a szerkesztő felhasználó azonosítója, ezzel alkalmasabbá téve a verziózást több ember által végzett projektek esetén is.
4. Esetlegesen a rétegrendszer implementálható lenne az AEGIS-en belül, mivel a legtöbb vektorgrafikus szoftver hasonló elven működik, így nem az alkalmazás részben kéne ezeket az információkat kezelni.

3.11.2. A python modul továbbfejlesztése

1. A QAEGIS és QgisWorkingCopy osztályok erőteljesen az AEGIS keretrendszerre támaszkodnak, ezért annak bármilyen kiegészítése implementálható lenne ezen beépülő modulban való alkalmazásra is.
2. A kezelőfelület bővíthető lenne egy, a verziókezelők exportálására és importálására alkalmas funkcióval, így nem kéne az állományok másolását alkalmazni projekt betöltésére.
3. Mivel a QGIS a geometriák megjelenítésének vizuális részleteit, például a színeket, a rétegekhez kötve szabályozza, a rétegek stílusának követésével pontosabb állapotbetöltésre lenne lehetőség

3.12. Megjegyzések a fejlesztés közben felmerült problémákat illetően

3.12.1. Külső könyvtárak használata

Számomra az egyik legnagyobb nehézséget az jelentette, hogy a jellegéből adódóan az általam írt alkalmazásnak idomulnia kellett mind a QGIS, az AEGIS és a Python .Net sajátosságaihoz is. Ez a felhasznált algoritmusok tervezésekor sokszor nehézséget jelentett. Ezen kívül problémás volt a QGIS API dokumentációja is, sok technikai részletről nem tesz említést, így az ezek által okozott problémák csak tesztelés során váltak láthatóvá, valamint sok helyen nem pontosan úgy viselkedtek a QGIS funkciói, ahogyan azok dokumentálva voltak.

3.12.2. A Python .Net fordítási nehézségei

A Python .Net clr moduljának használatához le kellett azt fordítani, ami sokkal nehezebb feladatnak bizonyult mint elsőre számítottam volna. A fordítója számos dependenciával dolgozik, és ezek nem várt hibákkal rendelkeztek. A legmeglepőbb talán az volt, amikor kiderült, hogy a modul nem fordul le olyan operációs rendszeren aminek a rendszernyelve nem angol. Mivel a Windows csak a megjelenítési nyelv változtatását támogatja, a fejlesztés érdekében az egész operációs rendszeremet le kellett cserélni egy angol nyelvű verzióra.

3.13. Fogalomtár

1. Definíció. *Feature*: *A QGIS geometriai egysége, a layeren tárolt geometria és az összes hozzá tartozó egyéb adat.*

2. Definíció. *Geometriatípus*: *A szabványos geometrialeírás típusainak egyike, lehetséges értékei Point, MultiPoint, LineString, MultiLineString, Polygon, MultiPolygon*

3. Definíció. *Geometria "hossza"*: *A geometria közvetlen részgeometriáinak száma. Vonal esetén a pontjainak száma, sokszög esetén 1 (azaz a héj számossága) + a hozzáadott lyukak száma stb.*

- 4. Definíció. *Geometria részgeometriái:*** Pont geometriának nincs részgeometriája. Vonal geometria részei a pontok amelyek összekötésével megkapjuk a vonalat. Sokszög esetén az alakzat külső héja, valamint a síkidomon lévő lyukak, ezek vonalakkal írhatóak le. Multigeometriák részgeometriái az egyes különálló részek.
- 5. Definíció. *Layer:***A QGIS megjelenítési rétege, kötött geometriatípussal, projektben belül tetszőleges darabszámú létezhet
- 6. Definíció. *MultiGeometria:*** Olyan geometria, amely több különálló geometriát tartalmaz, de egy egységként van kezelve
- 7. Definíció. *Project:*** A QGIS munkapéldánya, rétegeket lehet hozzáadni, és azon geometriákkal lehet műveleteket végezni
- 8. Definíció. *WKB, WKT:*** Well Known Binary, Well Known Text, geometriák leírására használt szabványos bináris és szövegformátum
- 9. Definíció. *Working Copy:*** A munkapéldány a verziókezelésen belül, egy adott verzió állapotát tartalmazza, a legfrissebb verzión szerkeszthető
- 10. Definíció. *Qgis id:*** A featureök egyedi beazonosítására használt karakterlánc, a réteg azonosítójából és a feature id-jából áll elő
- 11. Definíció. *Szótár adatszerkezet:*** Kulcs-érték párokat tartalmazó lista. C#-ban kötött a kulcsok és értékek típusa, pythonban akár elementként eltérhet.

4. fejezet

Összegzés

Meglátásom szerint a kitűzött feladatot sikerült megvalósítani. Az alkalmazás képes a QGIS projektek geometriai részének majdnem teljeskörű verziózására, a beépülő modul könnyen telepíthető és használható. Az AEGIS keretrendszer használata számos továbbfejlesztési lehetőséget biztosít, de a pythonban megírt részek is bővíthetők a nagyobb funkcionalitás elérésének érdekében.