

Kapitola 1

Úvod

Tato práce se zabývá 'vector-to-vector conflation'.

1.1 Osnova ???

- Conflation
 - definice
 - související pojmy
 - klasifikace
 - použití (kde, proč)
 - obecně postup
- Existující nástroje
 - OpenSource
 - komerční
- OGR
- GEOS
- 'moje' knihovna
- QGIS
 - plugin

Kapitola 2

Conflation

2.1 Definice 'conflation'

Conflation neboli *map matching*, *map merging*, *rubber sheeting* lze do češtiny přeložit jako ... Překlad tohoto pojmu však není vždy jasný, jelikož se jím označuje více různých úloh, procesů či činností. Proto zde uvádím několik definic z různých zdrojů.

- 'Conflation' je proces, jehož cílem je geometricky upravit (posunem, transformací) digitální data zobrazující stejné území (obvykle pořízená v jiném čase) tak, aby byla vzájemně geograficky korektní a vzájemně se překrývaly.

(huic.com)

- 'Conflation' je proces sjednocení dvou rozdílných datasetů.
(Blasby, Davis, Kim, Ramsey: GIS Conflation Using Open Source Tools)

- 'Conflation' se zabývá kombinováním dat z různých zdrojů. Jedná se o jeden z aktuálních problémů v GIS.

(Freitas, Afonso: Distributed Vector Based Spatial Data Conflation Services)

- 'Conflation' je soubor funkcí a procedur, které zarovnávají prvky jedné GIS vrstvy k prvkům jiné a následně převádí atributy mezi těmito vrstvami.

(<http://www.princegeorgescountymd.gov/Government/AgencyIndex/OITC/GIS/glossary.asp>)

- 'Conflation' je proces sladění poloh odpovídajících si prvků v různých datových vrstvách. 'Conflation' funkce provádějí toto sladění tak, aby se odpovídající si prvky přesně překrývaly.
(<http://maps.unomaha.edu/Peterson/GIS/notes/GISAnal1.html>,
<http://www.gov.ns.ca/snsmr/land/standards/post/manual/appedxa1.asp>)
- Sada činností, které vzájemně přizpůsobují prvky dvou geografických datových vrstev a následně převádí atributy jedné vrstvy do druhé.
(http://wiki.gis.com/wiki/index.php/GIS_Glossary/C)
- 'Conflation' prvků je proces kombinování geografických informací z překrývajících se zdrojových dat tak, aby byla zachována přesnost dat, minimalizována nadbytečná data a odstraněny konflikty mezi daty. 'Conflation' geoprostorových dat je spojení či sladění dvou různých prostorových datasetů zahrnujících stejné území.
(Shekhar, Xiong: Encyclopedia of GIS)

2.2 Související pojmy

adjustment, alignment, attribute transfer (přenos, převod atributů), geometry (geometrie - jako geometrický prvek), feature (prvek), feature collection (kolekce prvků), internal conflation (v rámci jednoho datasetu), matching (odpovídající si), reference dataset (referenční dataset), subject dataset (upravovaný dataset), topologie, ...

2.3 Klasifikace 'conflation'

2.3.1 Dle typu vstupních vrstev

1. Imagery-to-Imagery
2. Vector-to-Imagery
3. Vector-to-Vector

2.3.2 Dle území zobrazovaného vstupními vrstvami

1. Vertikální - překrývající se datasety
2. Horizontální - sousedící datasety

2.4 Obecný postup

1. Předzpracování dat -> zajištění kompatibility
2. Kontrola kvality dat a topologické správnosti vrstev
3. Vyhledání odpovídajících si prvků
4. Geometrické zarovnání a/nebo přenos informací
5. Závěrečné úpravy -> spojený/upravený dataset

Kapitola 3

Existující nástroje

Tato kapitola se zabývá již existujícími nástroji pro spojování vektorových map z různých zdrojů ('conflation').

3.1 Komerční nástroje

Komerčních nástrojů umožňujících řešení spojování vektorových map ('conflation') existuje celá řada. Některé programy jsou orientovány přímo na tento problém, jiné nabízejí funkce pro slučování map pouze jako vedlejší funkcionalitu a ne vždy je proto možné pomocí nich řešit složitější problémy. Následující výčet neobsahuje všechny komerční software zabývající se slučováním vektorových map ('conflation'), ale nejvýznamnější nástroje, které lze pro zpracování použít. Vzhledem k tomu, že se jedná o komerční software, nebylo možné všechny níže popsané nástroje otestovat, proto jejich popis vychází především z informací dostupných na oficiálních stránkách produktů.

3.1.1 ESRI ArcGIS

V softwaru ArcGIS 10 existuje několik nástrojů, které lze využít pro spojování geografických dat, přenos atributů a odstraňování geometrických rozdílů mezi dataseťmi.

Spatial Adjustment

Soubor nástrojů *Spatial Adjustment* systému ArcGIS poskytuje základní funkce pro 'conflation'. Má sloužit především k úpravě dat z různých zdrojů a zajistit tak jejich celistvost. Může být použito několik metod pro zarovnání jedné vrstvy či její části ke druhé. Lze provést transformaci, navázání hran (*edge matching*) nebo srovnání překrývajících se dat (*rubber sheeting*).

Pro použití metody transformace je nejdříve třeba označit data, která budou do procesu vstupovat. Poté se vyberou dvojice uzlových bodů, které by si měly odpovídat. Na výběr je několik typů transformací. Všechny jsou prováděny na základě vybraných dvojic identických bodů.

Do procesu horizontálního zarovnání (*horizontal conflation*) lze zařadit funkce nástroje *Edge Match Tool*, který umožňuje navázat na sebe dvě sousedící vrstvy. Zarovnání je poměrně snadné, stačí pouze zvolit toleranci (maximální vzdálenost pro navázání prvků) a označit tímto nástrojem hranici mezi vrstvami, kde by měly na sebe navazovat. Ve vybrané oblasti se zobrazí indikátory naznačující způsob zarovnání, které lze ještě ručně upravit. Po potvrzení se provede zarovnání tak, aby byla zachována topologie.

Dalším způsobem geometrického spojení vrstev, který *Spatial Adjustment* nabízí, je *Rubber Sheetting*. V tomto případě je třeba označit opět odpovídající si body a navíc body, jejichž poloha by se neměla změnit. Při spuštění zarovnání se dočasně vytvoří triangulační síť mezi označenými body (vzájemně si odpovídající body). Poloha ostatních neoznačených bodů je pak vypočtena interpolací v této síti.

Poslední z nástrojů pro 'conflation' je *Attribute Transfer*. Pomocí něho je možné převést atributy mezi odpovídajícími si prvky, ale také upravit jejich geometrii. Po volbě jednoho či více atributů, které se mají převádět mezi zdrojovou a cílovou vrstvou lze interaktivně vybírat odpovídající si dvojice prvků v obou vrstvách. Mezi těmito prvky se převedou atributy a pokud je zaškrtnuta volba *Transfer Geometry* neboli "převést geometrii", změní se geometrie cílového prvku dle zdrojového. Převod lze provést také najednou pro více vybraných prvků.

Integrate

Nástroj *Integrate* umožňuje sladění dvou datasetů. Na vstupu vyžaduje dvě či více vrstev, které chceme sladit, a dále maximální vzdálenost, při které lze považovat prvky za odpovídající si. U každého datasetu navíc lze zadat prioritu (*rank*). Prvky s nižší prioritou se pak budou zarovnávat k těm s prioritou vyšší. Tato funkce je velmi užitečná, pokud máme dvě překrývající se nebo sousedící vrstvy s malými rozdíly např. v důsledku různé přesnosti.

3.1.2 ConfleX

ConfleX je 'conflation' software pro automatické spojování vektorových GIS dat, který pro automatizaci využívá umělou inteligenci. ConfleX umožňuje zpracování i takových případů, kdy se zdrojová mapa s cílovou nepřekrývají nebo nejsou topologicky identické. Systém porovnává každé dva segmenty

z obou map a jejich vztah k ostatním segmentům, na základě tohoto postupu pak rozhodne, zda se jedná o stejné prvky či nikoli. Kromě automatického procesu umožňuje program i následnou ruční editaci.

ConfleX je k dispozici jako samostatná aplikace ale také jako extenze programu ArcGIS 9/10.

3.1.3 Intergraph GeoMedia Fusion

Nástroj GeoMedia Fusion firmy Intergraph je navržen pro úpravu dat, aby byly topologicky korektní, validaci atributů a integraci dat 'conflation'. Cílem je umožnit snadnou údržbu dat v rozsáhlých geografických databázích, kde jsou data získávána z různých zdrojů. Nástroj porovnává dva datasety obsahující rozdílné reprezentace stejné skutečnosti. Nejdříve automaticky vytvoří *conflation links* indikující způsob spojení vrstev, které lze ještě ručně editovat. Následně umožní geometrie i atributy těchto dvou reprezentací sjednotit. GeoMedia Fusion umožňuje úpravu bodových, liniových i plošných dat včetně jejich atributů.

3.1.4 MapMerger

MapMerger je GIS nástroj firmy ESEA zaměřený na slučování geometrie a atributů vektorových map ('conflation') a kontrolu kvality. Umožňuje převod atributů mezi dvěma překrývajícími se mapami, navázání hranic dvou sousedících map, přidání prvků z jedné mapy do druhé, synchronizaci mapy s její aktualizovanou verzí, identifikaci geometrických a atributových rozdílů mezi dvěma verzemi té samé mapy.

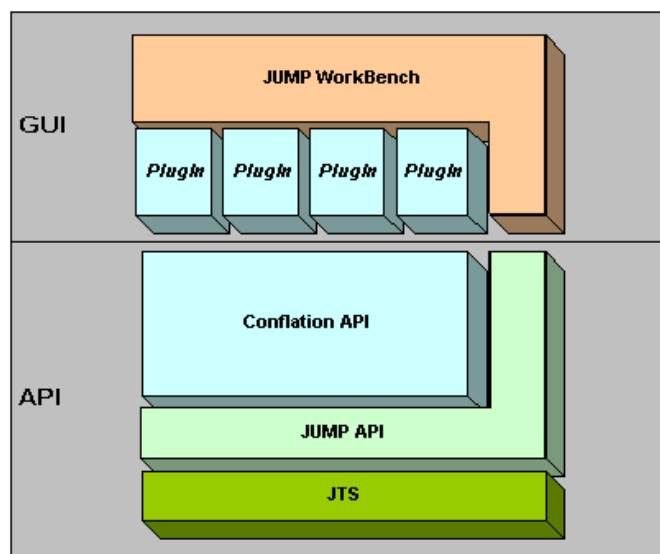
3.2 Open Source nástroje

V nekomerční sféře zatím neexistuje mnoho nástrojů, které by komplexně řešili problém spojování vektorových map ('conflation'). Většinou jde pouze o malé programky či zásuvné moduly k větším softwarům, pomocí nichž se dá provést manuální či poloautomatické sloučení vektorových datasetů, případně jejich atributů. Ovšem většinou je cesta k dosažení cíle pomocí těchto nástrojů poměrně složitá a ne vždy jsou výsledky takové, jak bychom si představovali. Asi jediným ucelenějším nástrojem je knihovna *JCS* implementovaná jako kolekce zásuvných modulů v programu OpenJUMP.

3.2.1 JCS - Java Conflation Suite

JCS je *open source* knihovna napsaná v jazyce java, která zahrnuje API a soubor interaktivních nástrojů, které slouží ke slučování ('conflation') prostorových datasetů. Byla vyvinuta společností Vivid Solutions, Inc. Obsahuje funkce umožňující provádění různých procesů spojených se slučováním vektorových map ('map conflation'), které jsou zaměřeny především na polygonové případně liniové datasety, co se týče bodových vrstev, je její funkcionality poměrně omezená. Knihovna *JCS* je závislá na knihovně *JTS* - *Java Topology Suite*, která poskytuje základní geometrické funkce pro práci s prostorovými daty. Obě knihovny jsou navrženy v souladu s OGC ¹ specifikací *Simple Features* ². *JCS* vznikla v rámci projektu JUMP Unified Mapping Platform. Je poskytována pod licencí LGPL ³.

Architektura



Obrázek 3.1: Architektura JCS

Knihovna *JCS* používá pro vizualizaci dat a interakci JUMP WorkBench a API. Pro poskytování základní geometrické funkcionality je pak využíváno knihovny *JTS*. JUMP API umožňuje vstup a výstup prostorových dat a další funkcionality s nimi spojenou. Jádro *JCS* tvoří Conflation API obsahující algoritmy pro 'conflation'. Funkce *JCS* jsou v projektu OpenJUMP

¹OGC - Open Geospatial Consortium

²specifikace týkající se 2D prostorových predikátů a funkcí

³GNU Lesser General Public License

implementovány v podobě kolekce zásuvných modulů - *QA*, *Conflate*, *Road-Matcher*.

OpenJUMP projekt

OpenJUMP je *open source* projekt, který vyvinula firma Vivid Solutions, Inc. Jedná se o GIS software, který umožňuje základní práci s prostorovými daty v rastrové či vektorové podobě a jejich atributy.

JTS - Java Topology Suite

Knihovna *JTS* je jedním ze základních prvků projektu OpenJUMP. Je napsána v jazyce java a poskytována pod licencí LGPL. Obsahuje třídy pro reprezentaci geometrických objektů a základní funkce pro práci s prostorovými daty dle specifikace *Simple Features* pro SQL od OGC. Kromě tříd reprezentujících geometrické prvky dle zmíněné specifikace zahrnuje další podpůrné třídy pro reprezentaci seznamu souřadnic, aplikaci geometrického filtru (např. při transformaci), uchovávání informace o maximální a minimální souřadnici objektu a jiné. Dále jsou součástí této knihovny třídy umožňující geometrické výpočty jako je vzájemná poloha bodu a linie, výpočet průsečíku, prostorové analýzy, test polohy bodu a uzavřené oblasti atd.

Funkcionalita JCS

Projekt *JCS* neobsahuje neumožňuje změnu souřadnicového systému apod. funkcionalitu. Proto je automaticky předpokládáno, že vrstvy vstupující do zpracování mají stejný geodetický referenční systém. Souřadnice bodů výstupních vrstev mají vždy desetinnou přesnost.

Při většině výpočtů v zásuvných modulech *JCS* je využívána Hausdorffova metrika. Na rozdíl od euklidovské metriky totiž nezkoumá pouze, jak blízko se prvky nacházejí (tedy nejkratší vzdálenost), ale i jaká je největší vzdálenost mezi prvky a tedy zohledňuje i jejich topologické vztahy.

Na výpočet je Hausdorffova vzdálenost poměrně složitá. Proto se v algoritmech použitých v *JCS* používá spíše vrcholová Hausdorffova vzdálenost (*Vertex Hausdorff Distance*), která není vztažena ke geometrickému prvku, ale pouze k jeho vrcholům. Tato varianta Hausdorffovy vzdálenosti ve většině případů vrací stejně dobré výsledky.

Postup spojování vektorových datasetů pomocí knihovny *JCS* je založen na nalezení geometrických rozdílů mezi oběma mapami a následném odstranění těchto rozdílů.

K detekci geometrických rozdílů je použit algoritmus pro prostorové rozdíly. Tento algoritmus funguje tak, že postupně porovnává geometrické prvky

z obou datasetů popřípadě pouze jejich jednotlivé části a pokud se tyto prvky shodují, označí je jako odpovídající si. Výsledkem jsou pak ty prvky z obou datasetů, ke kterým nebyly nalezeny žádné odpovídající prvky. Nalezení odpovídajících si prvků probíhá následovně. Pokud je požadována přesná shoda, provede se testování, zda jsou prvky stejného geometrického typu a zda se rovná jejich obsah. Porovnání obsahu se zakládá na porovnávání jednotlivých komponent a seznamu bodů daných geometrií. Ne vždy však je předpokládána přesná shoda, proto je možné určit i prvky, které splňují podmínku danou tolerancí. Zde se provádí porovnání Hausdorffovy vzdálenosti mezi prvky s touto tolerancí, nepočítá se přitom přímo tato vzdálenost. Rozhodující je, jestliže obalová zóna o velikosti vzdálenostní tolerance prvního prvku obsahuje prvek druhý a naopak. Tato podmínka je ekvivalentní k podmínce, že Hausdorffova vzdálenost musí být menší nebo rovna toleranci.

Pro odstraňování překrytů či mezer neexistuje exaktní algoritmus, ale jsou využívány různé heuristiky poskytující dobré topologické výsledky.

Následující výčet podává přehled nejčastějších úloh, které je možné s tímto nástrojem řešit.

- Jako *Coverage Cleaning* je označován proces hledání a odstraňování topologických chyb - mezer a překrytů v rámci jedné vektorové mapy tvořené polygony či multipolygony. Detekce nežádoucích mezer mezi polygony je založena na rozpoznání blízkých liniových segmentů, kde blízkost je určena zvolenou vzdálenostní tolerancí.
- Další často řešenou úlohou je *Boundary Alignment*, což by bylo možné přeložit do češtiny jako "zarovnání či navázání hranic". Cílem je napojit k sobě dvě vektorové vrstvy, které zobrazují sousedící území, tak, aby se mezi nimi nevyskytovaly nežádoucí mezery či překryty. Výsledkem jsou tedy plynule navazující datasety, které tvoří bezešvou mapu. Při této úloze je nutné zvolit přesnější referenční vrstvu, jejíž geometrické vlastnosti se nezmění.
- U *Coverage Alignment* máme na vstupu naopak dvě vektorové mapy zobrazující to samé území nebo alespoň jeho část. Tyto mapy se tedy výrazně překrývají. Úkolem je upravit méně přesnou vrstvu tak, aby odpovídala vrstvě referenční popřípadě její části, pokud se vrstvy úplně nepřekrývají. Proces spočívá v posunutí vrcholů polygonů upravované vrstvy do blízkých vrcholů vrstvy referenční.
- Poměrně specifickou, ale velmi častou úlohou je *Road Network Matching* neboli "spojoování silničních sítí". Na vstupu máme dvě vektorové mapy

té samé silniční sítě. Při této úloze hledáme podobnost mezi liniovými prvky obou datasetů, které označíme za odpovídající si. Poté je vytvořena nová vrstva silniční sítě, která obsahuje odpovídající si prvky, přičemž při mírných odlišnostech použije liniové prvky z přesnější mapy. *JCS* bohužel zatím neumožňuje automatické provedení této úlohy. Pouze nalezne odpovídající si prvky a další kroky už je nutné provést manuálně.

- Úloha *Geometry Difference Detection*, v češtině "detekce geometrických rozdílů", na rozdíl od předchozích nijak neupravuje vstupní vrstvy ani z nich netvoří jiné. Cílem je pouze nalézt rozdíly mezi vstupními datasety. Nejčastěji je používána pro rozpoznání změn mezi dvěma verzemi jedné vektorové mapy (např. po aktualizaci).

Popis zásuvných modulů

Zásuvné moduly ze skupiny *QA - Quality Assurance* umožňují najít geometrické rozdíly a nesrovnalosti mezi datasety, ale také v rámci jediného datasetu. Funkce zde obsažené neslouží k opravě či propojení vrstev, ale pouze k identifikaci geometrických rozdílů.

- *Find Misaligned Segments* - slouží k nalezení segmentů ze dvou datasetů, které by si v rámci dané tolerance měli odpovídat, ale je mezi nimi mezera či překryt.
- *Find Overlaps* - najde překrývající se prvky ze dvou datasetů.
- *Find Coverage Gaps* - umožňuje nalézt mezery mezi polygony jednoho datasetu, které jsou užší než zadaná vzdálenostní tolerance a zároveň je mezi hranami polygonů, které tvoří tuto mezeru, úhel menší než daná úhlová tolerance.
- *Find Coverage Overlaps* - najde všechny překryty mezi polygony v rámci jednoho datasetu, respektive všechny překrývající se polygony.
- *Find Close Vertices* - identifikuje body (samostatné body, vrcholy linií či polygonů) ze dvou různých datasetů, jejichž vzdálenost je menší než daná tolerance.
- *Find Offset Boundary Corners* - slouží k nalezení hranic polygonů ze dvou sousedících vektorových map, které by na sebe měly navazovat, ale je mezi nimi posun menší než zadaná tolerance.

- *DiffSegmentsPlugin* - identifikuje liniové segmenty, které jsou obsaženy pouze v jedné ze zadaných vrstev, nikoli v obou dvou.
- *DiffGeometryPlugin* - funguje stejně jako předchozí funkce s tím rozdílem, že hledá i samostatné geometrie (celé linie, polygony), nikoli jen liniové segmenty.

Další zásuvné moduly zařazené do skupiny s názvem *Conflate* slouží k samotnému spojování vektorových map a navázání dvou sousedních map.

- *Vertex Snapper* - identifikuje a napojí k sobě blízké uzlové body, vrcholy ze dvou překrývajících se datasetů. Při použití této funkce je nutné označit, která vrstva je referenční (s body z této vrstvy se nebude hýbat).
- *Coverage Alignment* - zarovná geometrii jednoho datasetu k jinému referenčnímu datasetu v místech, kde se překrývají nebo spolu sousedí. Na rozdíl od předchozí funkce nepracuje pouze s odpovídajícími si body, ale s celými geometriemi.
- *PolygonToolboxMatcherPlugin* - tento nástroj slouží k identifikaci podobných polygonů ve dvou různých datasetech, přičemž umožňuje různá nastavení tak, aby bylo možné najít opravdu jen odpovídající si polygony popřípadě více polygonů odpovídajících jednomu či naopak.
- *AlignmentToolboxPlugin* - slouží k zarovnání dvou vrstev k sobě. Bohužel zatím není plně funkční.

Skupina označena jako *Clean* obsahuje funkce k opravě nepřesností nalezených pomocí funkcí skupiny *QA* v rámci jednoho datasetu.

- *Remove Coverage Gaps* - odstraní mezery mezi polygony jedné vrstvy dle zadané tolerance.
- *Remove Short Segments* - tato funkce by měla dokázat odstranit liniové segmenty kratší než daná tolerance tak, aby co nejméně porušila topologii vrstvy. Zatím však umožňuje pouze odstranění krátkých izolovaných segmentů.
- *CoverageCleaningToolboxPlugin* - poskytuje stejnou funkcionalitu jako první nástroj z této skupiny, navíc umožňuje odhalit překryty mezi polygony jedné vrstvy.

Poslední skupina zásuvných modulů je nazvána *Roads*. Zabývá se spojováním vektorových map silniční sítě.

- *RoadMatcherToolboxPlugin* - umožňuje vytvořit vrstvu s rozdíly mezi silnicemi ze dvou vrstev a na základě těchto rozdílů a identifikovaných společných prvků jednu z těchto vrstev navázat na druhou referenční tak, aby si odpovídaly.

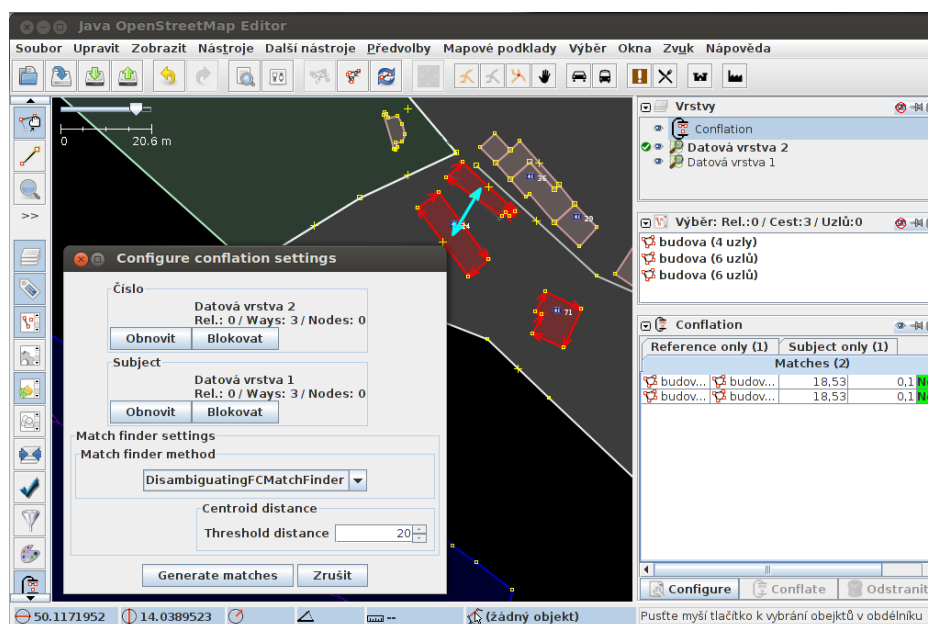
3.2.2 Open Street Map

OpenStreetMap je projekt sloužící k tvorbě a vizualizaci geografických dat. Jedná se o *open source* projekt, což znamená, že ho může kdokoli využívat a přispívat do něj. V OpenStreetMap existuje mnoho nástrojů pro editaci prostorových dat a některé z nich umožňují i manuální nebo poloautomatické spojování datasetů z různých zdrojů ('conflation'). Bohužel tu však neexistuje žádný komplexnější nástroj jako je výše popsáný *JCS*. Navíc většina těchto nástrojů je vytvořena pro nějaký konkrétní účel jako např. pro spojování silničních sítí v USA a ne vždy je proto jejich použití zcela obecné. Uživatel si tedy mnohdy musí poradit sám a použít několik různých nástrojů, aby dosáhl požadovaného výsledku. Dále uvádím nástroje, které lze pro některé činnosti související s 'conflation' použít.

JOSM conflation plugin

Java OpenStreetMap Editor JOSM je desktopová aplikace umožňující editaci dat projektu OpenStreetMap. Jedním ze zásuvných modulů pro tuto aplikaci je *conflation*, který umožňuje spojování vektorových dat. Tento nástroj však je stále označen jako experimentální, což znamená, že ne vždy funguje zcela správně. Nástroj umožňuje zarovnat prvky jedné vrstvy tak, aby souhlasily s prvky druhé vrstvy, která je označena za referenční.

V prvním kroku je určena referenční a upravovaná vrstva. Poté je třeba v obou těchto vrstvách označit prvky, které by si měly odpovídat. V dalším kroku se provede automatická identifikace dvojic vybraných prvků z obou datasetů a nakonec se provede samotný proces zarovnání prvků (*conflate*), kdy jsou prvky upravované vrstvy změněny tak, aby odpovídaly prvkům vrstvy referenční. Jedná se tedy o proces poloautomatický, jelikož nejdříve je třeba ručně identifikovat odpovídající si prvky a na základě tohoto kroku je provedena automatická úprava prvků.



Obrázek 3.2: JOSM conflation

Potlatch 2 merging tool

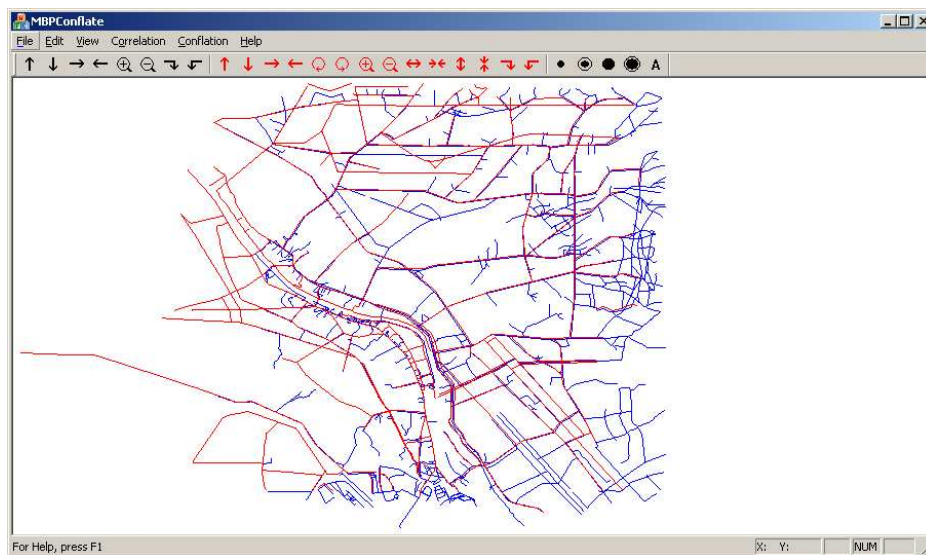
Potlatch 2 merging tool je nástroj původně navržený pro spojování vektorových dat cyklistických tras v rámci England Cycling Data Project⁴. V případě tohoto nástroje se jedná především o proces přenosu atributů. Pokud máme v mapě dva odpovídající si prvky, pomocí tohoto nástroje je můžeme označit za odpovídající a jednoduše sloučit jejich atributy. Nutno však podotknout, že výběr odpovídajících si prvků musíme provést vždy ručně.

3.2.3 Univerzitní projekty

Mimo výše uvedené nástroje existuje také několik projektů různých světových univerzit zabývajících se buď 'conflation' obecně nebo spojováním map silničních sítí. Možnosti využití těchto projektů pro běžného uživatele se velmi různí. A ne vždy lze zcela volně tyto projekty vyzkoušet. Jedním z těchto projektů je i Conflation System MBP, který byl vyvinut na katedře počítačů (*Computer Science Department* na Central Washington University v USA. V rámci tohoto projektu vznikl *MBPConflate* software, který má přispět k výzkumu v oblasti 'conflation'. Program umožňuje automatické spojení map ('conflation'), poskytuje nástroje pro následnou kontrolu kvality vý-

⁴projekt pod záštitou britského ministerstva dopravy, který si klade za cíl umožnit dostupnost informací o síti cyklostezek ve Velké Británii prostřednictvím OpenStreetMap

sledné mapy. Je navržen tak, aby bylo snadné implementovat nové techniky a algoritmy v této oblasti.



Obrázek 3.3: MBPConflate

Kapitola 4

Zatím nevím

4.1 GEOS - Geometry Engine, Open Source

GEOS (Geometry Engine - Open Source) je knihovna implementující 2D prostorové predikáty a funkce dle OGC specifikace *Simple Features* pro SQL. *GEOS* je přepisem knihovny *Java Topology Suite (JTS)*, o níž jsem se zmiňovala výše, do jazyka C++. Knihovna je projektem OSGeo (The Open Source Geospatial Foundation) a je dostupná pod licencí LGPL.

4.2 OGR Simple Feature Library

OGR Simple Feature Library je *open source* knihovna umožňující čtení a poř. i zápis vektorových dat různých formátů jako je ESRI Shapefile, S-57, SDTS, PostGIS, Oracle Spatial atd. *OGR* je součástí knihovny *GDAL*¹.

¹Geospatial Data Abstraction Library - knihovna umožňující čtení a zápis rastrových dat