
Erstellung eines OSM Straßengraphen mit TMC LCL Informationen

Enrico STEIGER und Alexander ZIPF

Universität Heidelberg, Lehrstuhl für Geoinformatik, · enrico.steiger@geog.uni-heidelberg.de

Zusammenfassung

Steigendes Verkehrsaufkommen, vor allem in den Ballungsräumen, führt zu immer mehr infrastrukturellen Engpässen und Überlastungen im Verkehrsnetz. Ziel ist es daher, bestehende Verkehrsnetze möglichst effizient zu nutzen. Aktuelle Verkehrs- und Störungsmeldungen des Traffic Message Channel (TMC)¹ sind eine wichtige Informationsquelle zur Umfahrung etwaiger Verkehrsbeeinflussungen im Kontext eines dynamischen Routings.

Das Land Nordrhein-Westfalen beabsichtigt derzeit, die Verkehrsinformationen des Landes neu zu ordnen und diese dem Verkehrsteilnehmer in einer angenehmen und übersichtlichen Weise zu präsentieren. Der Landesbetrieb Straßenbau NRW hat hierzu die Entwicklung eines integrierten Verkehrsinformationsportals für Nordrhein-Westfalen² realisiert. Im Portal werden neben verschiedenen Basisinformationen und -karten, eine Adresssuche sowie ein Routenplaner bereitgestellt. Um auch aktuelle Verkehrsmeldungen im Portal anzeigen zu können wird ein Straßengraph mit TMC LCL Informationen auf Basis des OpenStreetMap (OSM) Projektes zur Verfügung gestellt. Um diesen Dienst zu ermöglichen wurde Seitens der BASt (Bundesanstalt für Straßenbau) einem Import der Location-Code-List (LCL 2010) für Deutschland in den Datenbestand des OSM Projektes zugestimmt. Im Rahmen des von der BASt initialisierten MDM³ Förderprojektes „Erstellung eines OSM Straßengraphen mit TMC LCL Informationen“ bestand daher nun die Aufgabe ein Matching-Verfahren zu entwickeln um automatisiert TMC/LCL Informationen mit OSM Daten zu verknüpfen.

1 TMC Informationen im OSM Datenbestand

Seit 2010 werden LCL Informationen im OSM Projekt eingepflegt. Aktuell gibt es zwei verschiedene Tagging-Varianten wie TMC/LCL Codes im Projekt enthalten sein können. Das erste Schema⁴ existiert seit 2010 und wird häufiger als das neue Schema⁵ verwendet was in 2012 entwickelt wurde. Das ältere Schema besitzt aber aufgrund unterschiedlicher

¹ http://de.wikipedia.org/wiki/Traffic_Message_Channel

² <http://www.verkehr.nrw.de/>

³ MDMMobilitäts Daten Marktplatz: <http://www.mdm-portal.de>

⁴ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:TMC/TMC_Import_Germany#Tagging_Schema

⁵ http://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Proposed_features/New_TMC_scheme

Objekttypen (Node, Way & Relation) eine höhere Komplexität beim Einpflegen der Codes in OSM als das neue Schema was lediglich mit einem Objekttyp (Way) auskommt.

Der Großteil der im OSM Projekt erfassten TMC/LCL Codes in Deutschland entsprechen der LCL Version 9.0. Nach eigenen Angaben des „TMC Import Projektes“⁶ waren im April 2011 in OSM 28855 von 42537 TMC Objekten erfasst. Basierend auf diesem Datenbestand erfolgt des Weiteren keine automatisierte oder händische Aktualisierung des Graphen mit neueren LCL Informationen (aktuell Version 13.0) im OSM Projekt. Bei Betrachtung aller OSM Änderungssätze im Zeitraum 01/2012 – 12/2012 und erneut im Zeitraum 01/2014 – 12/2014 wurde von der Community weniger als 1% der TMC relevanten Attribute editiert.

2 Automatisiertes Matching zwischen LCL und OSM

Im Vergleich des gesamten TMC/LCL Bestand und der in OSM vorhandenen TMC/LCL Informationen, ist davon auszugehen, dass die OSM Community nicht zuverlässig und vollständig LCL Informationen im OSM Projekt einpflegen oder auch aktuell halten wird. Zielstellung war deshalb die Entwicklung eines automatisierten Matching-Verfahren zur beständigen Ableitung von LCL Informationen auf den OSM Graphen. Dieses Verfahren hat den Vorteil dass es unabhängig von der Community und der verwendeten LCL Version funktioniert. Damit ist eine beständige Aktualisierung des OSM Graphen mit aktuellen LCL Informationen realisiert. Erste Prototypen/Verfahren wie TMC-Daten mit OSM-Routing-Lösungen kombiniert werden können, beschreibt (MAYER 2009). Der Datenbestand der aktuellen LCL 13.0 generiert folgende spezifische Anforderungen an ein automatisiertes Matching-Verfahren:

- a) LCL Points enthalten Punktgeometrien
 - lediglich LCL Points können geometrisch (bei entsprechender Positionsgenauigkeit) an OSM Nodes verortet werden
- b) LCL Segments/Roads Topologien zwischen LCL Points werden ausschließlich semantisch hergestellt
 - rein geometrische Matching-Verfahren ermöglichen keine eindeutige Identifizierung aller OSM Straßensegmente zwischen zwei LCL Points
- c) Richtungstopologien zwischen LCL Points werden semantisch hergestellt
 - Identifikation richtungsabhängiger LCL Informationen und LCL Topologien lassen sich auf den OSM Straßensegmenten nur über Routingalgorithmen abbilden

Zum Matching der LCL Informationen mit dem OSM Straßennetz wurde ein mehrstufiges Verfahren mit folgenden Schritten implementiert:

1. Erstellung eines LCL Graphen (Topologien und Attribute) aus der Location Code List
2. Übergabe der selektierten LCL Points und Geokoordinaten an eine Routing-Algorithmus (OSM Straßennetz als Routinggrundlage)

⁶ <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:TMC>

3. Berechnung der Route zwischen zwei LCL Points (je nach Segment auch Richtungsabhängig)
4. Semantische Validierung zwischen LCL Segment und der berechneten Route (OSM Ways), d.h. Überprüfung der Straßennamen und -kategorien)
5. Speicherung der segmentbasierten LCL Attributinformationen an den extrahierten OSM Ways

In Abbildung 1 ist die bisher umgesetzte Systemarchitektur des Matching-Verfahrens dargestellt. Alle Aufbereitungen erfolgen auf einem Server der Abteilung Geoinformatik der Universität Heidelberg, wobei die OSM-Deutschland-Daten kontinuierlich in einer objektrelationalen Datenbank (Postgres/PostGIS) aktualisiert werden. Die entsprechende aktuelle LocationCodeList wurde von der BAST zur Verfügung gestellt.

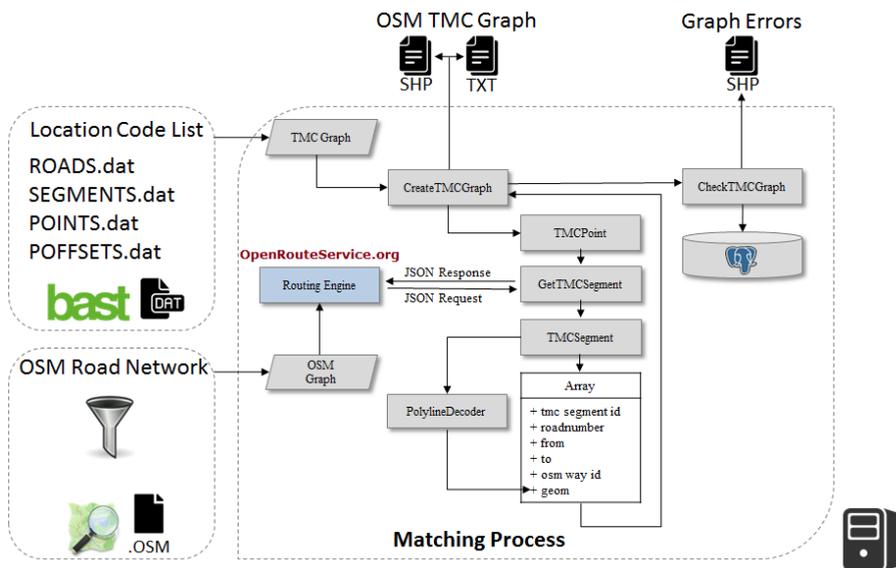


Abb. 1: Systemarchitektur des Matching-Verfahrens

2.1 Auswertung der Matching-Ergebnisse zwischen LCL Version 13.0

Durch das entwickelte Verfahren konnten Autobahnen und wichtige Bundesstraßen weitestgehend fehlerfrei abgebildet werden. Für die erforderlichen 4620 LCL Segmente & LCL Roads konnten insgesamt 55627 Teilsegmente in OSM berechnet und zugeordnet werden. Bei ca. 50 TMC Segmenten bestehen LCL interne Datenprobleme wie z.B. nicht vorhandene Location Codes. Für insgesamt 30 Abfragen konnten zwischen jeweils 2 Location Codes keine dazwischen befindliche OSM Segmente mittels der modifizierten „OpenRouteService.org“-Routing Engine eindeutig identifiziert werden. In Tabelle 1 sind die LCL Attribute des OSM Graphen visualisiert. Hier sind ID, LCL Segment ID, LCL Knoten (from/to), LCL Segment Name und das Namensattribut enthalten.

Tabelle 1: Auszug der Attributtabelle des gematchten OSM Graphen

FID	id	segment	from	to	tmc	roadnumber
1808	1	34	25253	47896	DE:25253+47896	B8
1809	2	34	47896	25253	DE:47896-25253	B8
1810	3	34	47896	25254	DE:47896+25254	B8
1811	4	34	25254	47896	DE:25254-47896	B8
1812	5	34	25254	47891	DE:25254+47891	B8
1813	6	34	47891	25254	DE:47891-25254	B8

Im Rahmen der Implementierung des Matching-Verfahrens wurde eine prototypischer Web-Testclient⁷ entwickelt der zur Visualisierung aller Ergebnisse dient. Die folgende Abbildung 2 zeigt den implementierten Testclient mit einem Overlay des gematchten TMC-OSM-Graphen (Grün). Rote gestrichelte Linien zeigen wo evtl. Probleme beim Matching-Verfahren aufgetreten sind.

**Abb. 2:** Erstellter TMC-OSM-Graph als Overlay am Beispiel für Köln. (grüne Linien = TMC-OSM-Graph und rote Linien = Probleme beim Matching)

Neben dem bereits erwähnten TMC-OSM-Graphen sind weitere Layer zur Validierung der Ergebnisse und zur Qualitätsanalyse im Web-Testclient vorhanden. :

- **Buffer Fehler in OSM-TMC Graph**
Visualisierung gematchter LCL Codes mit den OSM Graphen (Buffer) deren Route nicht zu 75% der Gesamtlänge der Route des Routingalgorithmus entspricht
- **Straßentyp Fehler in OSM-TMC Graph**
Visualisierung von gematchten Teil-Segmenten die aus bis zu 20% Nebenstraßen-kategorien (Residential, Service Ways usw.) bestehen auf denen in der Regel keine LCL Informationen vorhanden sein sollten
- **Namen Fehler in OSM-TMC Graph**
Namensvergleich des berechneten OSM Ways mit dem Namen aus der LCL

⁷ <http://129.206.228.92/osm-tmc/>

Der Fehlerindikator „Straßentyp Fehler“ als Vergleich der Straßenkategorien der LCL Segmentinformationen mit dem Informationen der gematchten OSM Graphen verdeutlicht das in 80% aller 1766 detektierter „Straßentyp Fehler“ Fälle tatsächlich LCL Informationen teilweise inkorrekt auf Nebenstraßen in OSM abgebildet wurden auf denen in der Regel keine LCL Informationen vorhanden sind. Vor allem im Bereich engmaschiger Straßennetze von städtischen Ballungszentren wurden LCL Informationen auf Nebenstraßen gematcht. Das Verfahren wurde daher durch diverse Anpassungen der Datenaufbereitung zur Abbildung der LCL Informationen auf den OSM Graphen verbessert. Im Verfahren wurde eine Anpassung der Datenaufbereitung durchgeführt um in Abhängigkeit der Straßenhierarchie das vorrangige Straßennetz gegenüber Nebenstraßen stärker zu priorisieren. Nebenstraßen (in OSM Service Ways und Residential Roads) wurden komplett aus dem Routinggraph entfernt. Zusätzlich erfolgt nach Matching der LCL Information mit dem OSM Graphen eine Validierung aller gematchter Teilsegmente. Wurden bestimmte Teilsegmente in Betrachtung der gesamten Matchingtrajektorie auf unterschiedlichen Straßenkategorien verortet (z.B. zunächst Autobahn, dann Bundesstraße und erneut Autobahn), erfolgt eine Routenneuberechnung unter stärkerer Gewichtung der anteilig am meisten gematchten Straßenkategorie (im Beispielfall Autobahn). Durch die Anpassungen im Matching-Verfahren konnte die Anzahl fehlerhafter Graphenzuordnungen von LCL Informationen weiter reduziert werden.

3 Dienste

Obwohl LCL Informationen bereits in den OSM Datenbestand eingepflegt sind, jedoch existieren keine weiterführenden Dienste/Applikationen die den Nutzen der Verortung von Verkehrsinformationen veranschaulichen und eine Aktivierung der Community implizieren könnten. Im Webclient wurden daher zwei weitere Layer eingebunden, die den derzeit generierten TMC-OSM-Graph zu Visualisierung von Echtzeit TMC Messages verwenden. Dieser erste initialen Dienst stellt eine Echtzeitverkehrslageinformation für Deutschland bereit, der dann auch zukünftig in ähnlicher Form im Verkehr.NRW Portal realisiert wird (Abbildung 3).

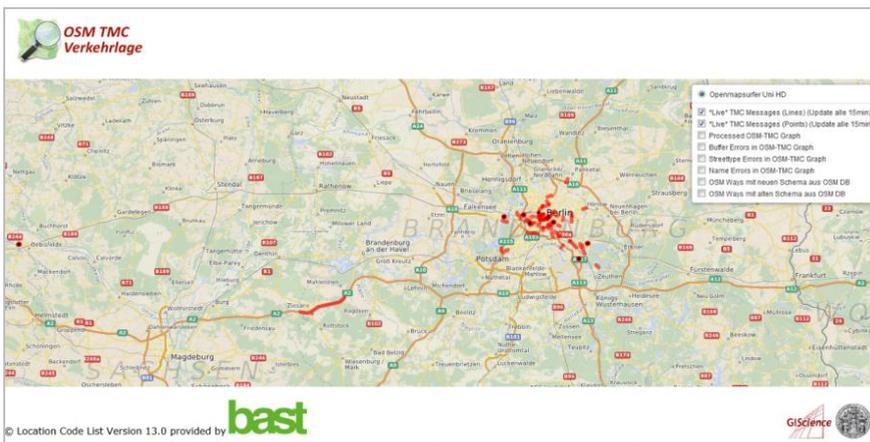


Abb. 3: Echtzeit TMC Verkehrslageinformationen auf gematchten OSM Straßendaten

In durchgeführten Funktionstests konnten im Schnitt ca. 90 bis 95% aller Meldungen auf einer Karte dargestellt werden, für lediglich ca. 5% aller bundesweiten TMC Meldungen konnten kein Objekt im abgeleiteten Graphen detektiert werden. Zusätzlich sind neben dem Verkehrslageclient weiterführende Dienste eingerichtet. Der prozessierte OSM TMC LCL Graph ist sowohl in einer objektrelationalen Datenbank gehalten als auch im Vektorformat konvertiert und über Schnittstellen ebenso wie die TMC Echtzeitverkehrsinformationen auf OSM Knoten und Kanten als OGC⁸ konforme WMS/WFS Schnittstellen verfügbar.

4 Fazit

Die Aktuelle Version des LCL-OSM Tools erfüllt die angeforderte Zielstellung der erfolgreichen Verschneidung von LCL Informationen mit dem OSM Graphenbestand zu einem sehr hohen Prozentsatz (ca. 85-90%). Des Weiteren steht ein Tool zur Initialgrapherstellung zur Verfügung mit dem ad hoc aber auch beständig LCL Informationen bei Aktualisierungen der Location Code List sowie der OSM Daten in den OSM Graphen integriert werden können. Zusätzlich wurden Fehlerdetektionstools entwickelt die eine Analyse der Matchingergebnisse erlauben als auch der Community bzw. dem Nutzer die Möglichkeit geben diese potentiellen Fehler zu validieren. Die Ergebnisse und Erfahrungen des initialen Matchings wurden genutzt um das Verfahren in einer zweiten Phase durch diverse Anpassungen im Verfahren zu verbessern. Dabei wurde insbesondere evaluiert inwieweit der LCL Graph selber qualitativ durch Aktualisierungen verbessert wurde, bzw. das Matching-Verfahren selber effizienter ist.

Beim Verschneiden der LCL mit dem OSM Graphen sind vereinzelt Probleme aufgetreten. Hauptsächlich geometrische Ungenauigkeiten der hinterlegten Anfangskordinaten für einige LCL Points erzeugen vor allem im nachgeordneten Straßennetz fehlerhaften Matchingergebnisse da bei der Routenberechnung zwischen zwei geometrisch nicht präzise verorteten LCL Points auch LCL Informationen auf Nebenstraßen abgeleitet werden. Im Sekundär-/Tertiärnetz nehmen die Matching-Raten daher entsprechend ab. Die LCL gilt es daher in der geometrischen Genauigkeit zu verbessern. Eine pauschale Abschätzung der Anzahl der gesamten Fehler in der LCL ist nur bedingt möglich. Mithilfe der geschaffenen Fehlerindikatoren ist zumindest eine Verortung potentieller Probleme beim Matching von OSM-LCL Informationen möglich.

Literatur

- LCL 2010: BAST Location Code List.
http://www.bast.de/cln_007/nn_213316/DE/Aufgaben/abteilung-f/referat-f4/Location-Code-List/location-code-list-nutzungsbedingungen.html
- MAYER, C. (2009): Verkehrsinformationen in Geodateninfrastrukturen – ein sensorbasierter Ansatz. GIS.Science – die Zeitschrift für Geoinformatik, 2/2009, S. 31-40.

⁸ <http://www.opengeospatial.org/standards>