

DYNAMICKÉ OZNAČOVÁNÍ POLOHY PRO GEOGRAFICKÉ DATABÁZEJiří PLÍHAL¹

¹ ÚTIA AV ČR, v.v.i. , odd. Zpracování signálů, Pod Vodárenskou věží 4, 18208, Praha 8, Česká republika
plihal@utia.cas.cz

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou dynamického označování poloh v inteligentních dopravních systémech. Tato metoda umožňuje reprezentovat stejné geoprvky v různých mapách, v různých aplikacích a na odlišných SW/HW platformách. Dynamicky označená poloha je vytvořena jako soubor informačních prvků, které obsahují body a jim příslušející atributy. Ke každému bodu přitom může být připojen jeden nebo i více atributů. Standardizací dynamického označování poloh se zabývá norma ISO 17572-3 Inteligentní dopravní systémy (ITS) - Označení poloh pro geografické databáze – část 3: Dynamické označování poloh (dynamický profil). Příspěvek rozvádí a aktualizuje informace poskytnuté v extraktu [5] návrhu technické normy ISO.17572-3.

Abstract

The paper deals with the dynamic location referencing in intelligent transport systems. This method allows representing the same spatial objects in different maps in different applications and on different software/hardware platforms. The dynamically referenced location is formed as a set of information elements, which contain the points and their corresponding attributes. For each point, one or more attributes can be connected to it at the same time. By standardising dynamic location referencing is engaged in ISO 17572-3 Intelligent Transport Systems (ITS) - Marking positions for geographic databases - Part 3: Dynamic location referencing (dynamic profile) [3]. The paper provides updated information about draft ISO 17572-3 presented in the extract [5].

Klíčová slova: geografické databáze; dynamické označování poloh; inteligentní dopravní systémy; kooperativní ITS

Keywords: geographic databases; dynamic location reference; intelligent transport systems; cooperative ITS

ÚVOD

Popisu dynamického označování polohy se věnuje norma ISO 17572-3 Označování poloh pro geografické databáze - část 3, která je součástí sady tří norem zaměřených na oblast navigačních a lokalizačních systémů a souvisejících aplikací. Její uplatnění nalezneme zejména v oblasti navigačních a lokačních systémů, poskytování dopravních služeb, dopravního zpravodajství a v systémech řízení dopravy.

Tato třetí část normy je věnována popisu metod dynamického označování poloh a předem kódovaných označení poloh. Tyto metody jsou užívány ve vozidlové navigaci a v navigačních produktech společností TomTom, Nokia, apod. Stejně tak v lokačních produktech řady jiných dodavatelů.

Jedná se zejména o metody podporující dynamickou formu navigace, tedy o poskytování dopravních zpráv v reálném čase. Z tohoto pohledu je norma vhodná i pro tvůrce či provozovatele dopravních informačních center, správce významných dopravních objektů (tunelové stavby, dálniční stavby apod.).

Norma vytváří základ pro on-line aktualizaci mapových podkladů. V této souvislosti vychází z výsledků mezinárodního výzkumného projektu AGORA (tento dvouletý evropský projekt byl zahájen v roce 2000 pod záštitou ERTICO).

Tato norma přináší popis současných technologií v oblasti poskytování aktuálních dopravních informací, jako jsou metody VICS¹ či RDS/TMC.

1. CÍLE A POŽADAVKY PRO METODY OZNAČOVÁNÍ POLOH

Norma ISO 17572 je členěna do tří samostatných částí: část 1: Všeobecné požadavky a konceptuální model, část 2: Předem kódované označené polohy [2] a část 3: Dynamicky označené polohy. Třetí část normy specifikuje metodu DLR (Dynamic Location Referencing) také známou jako AGORA-C (jedná se o rozšíření metody „On-the-fly“ s cílem snížit velikost přenášené polohové zprávy na základě logického modelu a fyzického formátu při zachování 95% úspěšnosti lokalizace), která je závislá na specifických attributech dostupných v běžných mapových databázích.

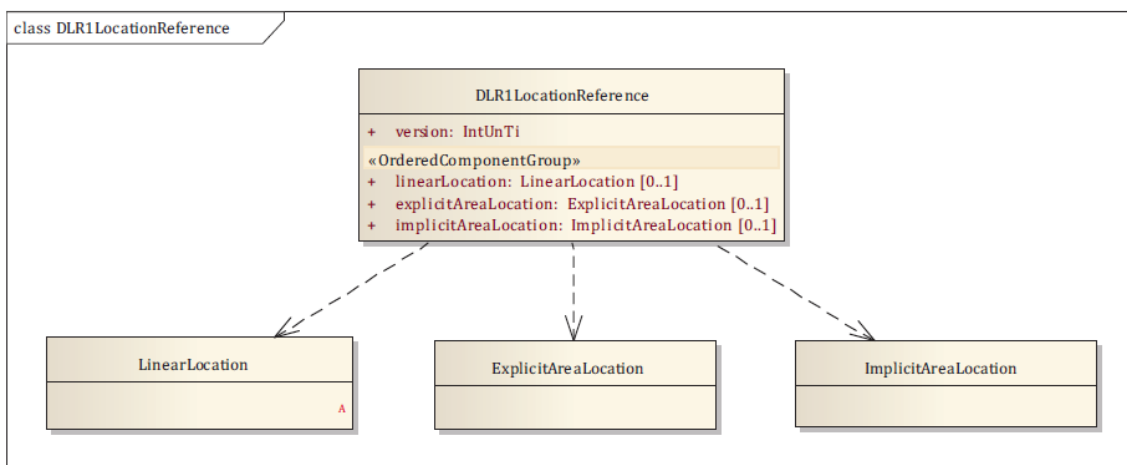
Tato metoda je vhodná pro systémy, které mají fyzický formát založený na GDF (Geographic Data Files). Metoda vychází z přístupu aplikace v reálném čase k původním nebo přeloženým hodnotám příslušných atributů z vlastní digitální mapy. Metoda DLR bývá také nazývána „on-the-fly referencing“, protože umístění referenčního kódu může být okamžitě vymazáno, jakmile je interní definice umístění dekodována.

Podrobný popis je uveden v normě ISO 17572-1:2014 [1]. Přehled metod označování poloh je uveden v normě 17572-1:2014, příloze B.

2. KONCEPTUÁLNÍ DATOVÝ MODEL PRO METODY OZNAČOVÁNÍ POLOH

Příklad užití konceptuálního datového modelu je uveden na obrázku 1. Logická struktura dynamicky označených poloh (DLR) je popsána v souladu s pravidly TPEG2 (protokol přenosu dat založený na jazyce UML transport protocol experts group).

Obecně jsou v této normě specifikována data uložená ve zprávě podle metody AGORA-C. Rovněž je zde obsažen formát kódování souřadnic a význam jednotlivých hodnot atributů. Následující obrázek 1 popisuje datovou strukturu na nejnižším stupni podrobnosti, který umožňuje volbu lineárního kódování polohy a explicitního nebo implicitního kódování oblasti.



Obr. 1. „Zásobník“ dynamicky označených poloh, AGORA-C

3. SPECIFIKACE DYNAMICKY OZNAČOVANÝCH POLOH

V rámci specifikace dynamicky označovaných poloh jsou popsány základní stavební bloky označování poloh, atributy, relační vztahy bodů a seznam typů atributů.

3.1 Základní popis

Koncept DLR je navržen tak, aby vyrovnával odlišnosti, které mohou nastat mezi mapou vysílacího systému (kódovací částí) a mapou přijímacího systému (dekódovací částí). Tyto rozdílnosti v mapě mohou být

¹ VICS (vozidlový informační a komunikační systém) byl vytvořen pro účely digitálních mapových databází jako základ pro poskytovatele mapových děl k začlenění odlišných mapových identifikátorů do jejich vlastních digitálních map. Digitální mapový základ na nulté úrovni tvoří uzly a linie, které pokrývají celou síť místních komunikací vlastních digitálních map.

zapříčiněny tím, že přijímací systém používá starší mapu od stejného poskytovatele, nebo že přijímací systém používá mapu od jiného poskytovatele.

Koncept definuje dva stavební bloky:

- Základní označení polohy (Location reference core)
- Rozšířené označení polohy (Location reference extension)

Na straně příjemce systém potřebuje rekonstruovat polohu na základě označené polohy, tak jak bylo zamýšleno na straně vysílače. Pravidla pro kódování poskytují potřebnou sémantickou podporu jak pro vytvoření lokalizačního kódu na straně vysílače, tak i interpretaci tohoto kódu na straně příjemce.

Mezi základní stavební prvky metody označování polohy patří body a atributy.

3.2 Atributy

Norma přináší soupis definovaných typů atributů pro dynamické označení polohy a jejich možné hodnoty. Lze si povšimnout, že některé atributy jsou vztaženy k bodům a jiné k částem silniční sítě pozemní komunikace mezi těmito body. Pro přiblížení uveďme příklad těchto typů atributů.

a) Funkční třída pozemní komunikace (PK)

GDF definuje tento atribut za účelem přiřazení důležitosti daného úseku PK, jež plní v rámci celé sítě PK.

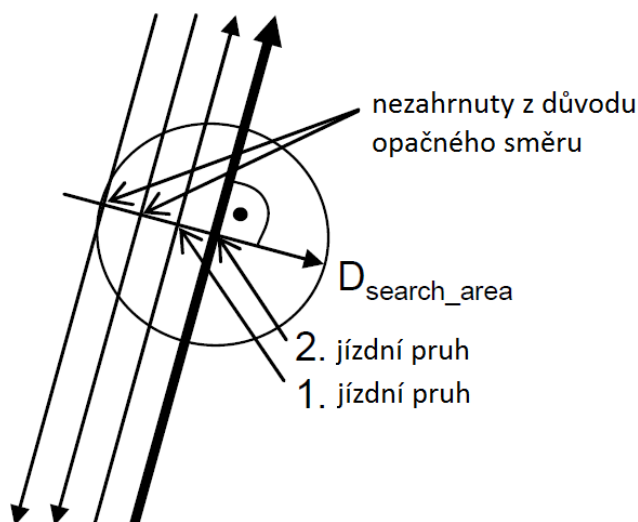
- hlavní silniční tahy: nejdůležitější silnice v dané síti PK
- silnice prvních až osmých tříd
- silnice devátých tříd: nejméně důležité silnice v dané síti PK

b) Atribut směru jízdy v bodě

Tento atribut představuje další upřesnění orientace směru jízdy. Atribut nabývá hodnoty 1 (true) v případě, že je směr jízdy nedefinovaný či obousměrný. V případě, že je směr jízdy opačný, nabývá hodnotu nula (false).

c) Indikátor paralelních pruhů

V případě, že máme více souběžných jízdních pruhů ve stejném směru jízdy, které se nedají rozlišit pomocí předem daných pravidel, tak je v tomto případě využíván tzv. indikátor paralelních pruhů k rozlišení jednotlivých částí pozemní komunikace. Indikátor paralelních pruhů je stanoven v horizontálním i vertikálním směru a definuje pořadí a ukazatel jízdního pruhu, ve kterém se objekt nachází. Rozšíření implicitní hledané oblasti zajistí, že pozemní komunikace mající širší hranice než je prohledávaná oblast (specifikovaná parametrem D_{search_area}), zahrne veškerou skladbu jízdních pruhů, obrázek 2.



Obr. 2. Příklad indikátoru paralelního jízdního pruhu

4. PRAVIDLA KÓDOVÁNÍ

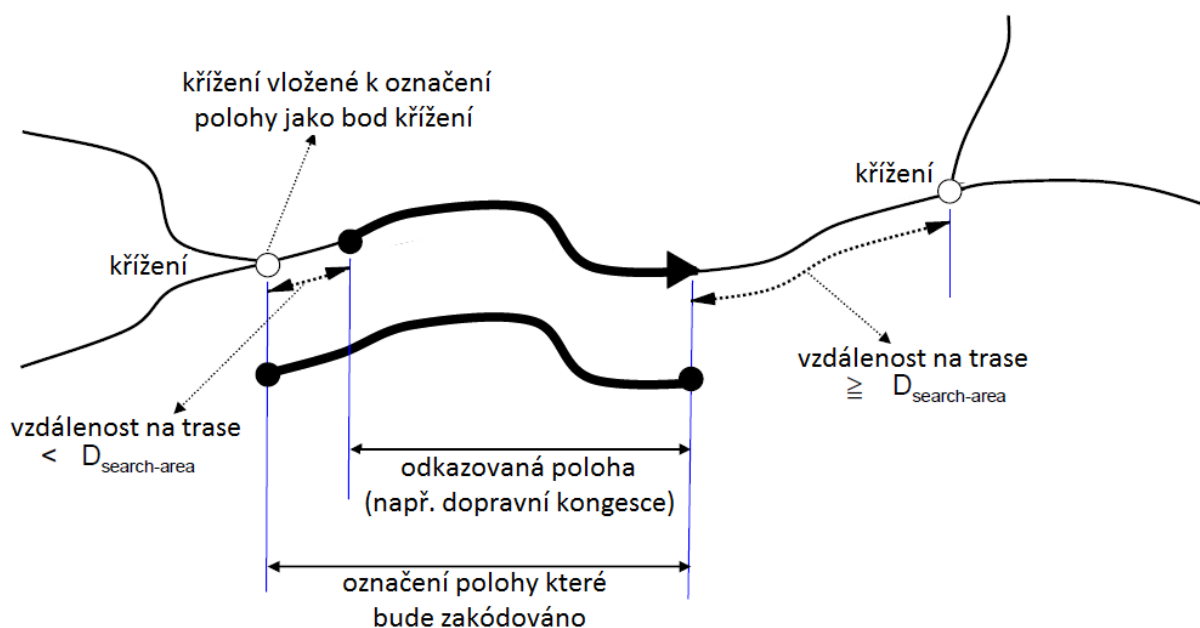
Celkem se jedná o 42 pravidel. Pravidla kódování jsou rozdělena podle příslušnosti k funkci lokačního referenčního systému. Pro využití v inteligentních dopravních systémech poskytuje základní označení poloh

kompletní a dostatečnou množinu pravidel pro všechny případy lokace. Rozšířená část pak doplňuje pravidla užívaná pro cílové lokality. Každý bod využitý při označení polohy může obsahovat doplňkové atributy pro zvýšení přesnosti.

Příklady pravidel

Pravidlo 13

Pokud koncový bod resp. počáteční bod odkazované polohy je vzdálen méně než vzdálenost stanovená parametrem D_{search_area} na trase nacházející se na dané silniční síti pak z křížení, které není součástí polohy (například z bodu křížení který je vybrán na základě pravidla 12 [5]), ve směru stanovení polohy resp. v opačném směru musí být tento bod křížení zahrnut do označení polohy jako koncový resp. počáteční bod. Obrázek 3 ukazuje příklad jak je měřena vzdálenost od počátku a konce odkazované polohy. Vzdálenost menší než je hodnota D_{search_area} vyvolá vložení bodu křížení jako prvního bodu označení polohy.



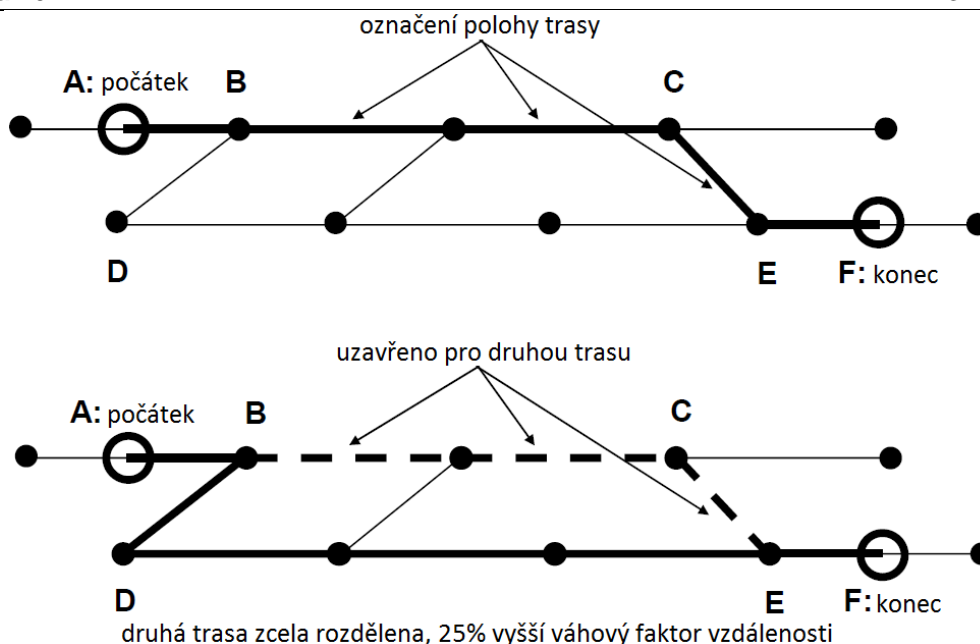
Obr. 3. Příklad implementace pravidla 13

Pravidlo 18

Úsek označené polohy mezi následujícími trasovými body by měl být klasifikován shodně, pokud jsou splněna následující tři kritéria:

1. Délka úseku nesmí přesáhnout dvojnásobek vzdálenosti mezi dvěma následnými trasovými body na hlavní kružnici (to reprezentuje nejkratší trasu mezi dvěma body umístěnými na kruhové ploše)
2. Úsek má nejnižší váhový faktor vzdálenosti mezi těmito trasovými body
3. Jakákoli jiná alternativa pro zcela odlišnou trasou (s výjimkou počátečního a koncového bodu) pro jednotlivou část nebo celý úsek musí mít váhový faktor vzdálenosti alespoň o 25% větší než je váhový faktor části navržené původní alternativou

Obrázek 4 reprezentuje třetí podmínku tohoto pravidla. Černě zvýrazněné body v rámci zobrazené silniční sítě znázorňují jednotlivá křížení. Pro každý úsek od A do F, musí mít jakýkoli jiný alternativní úsek B-D-E, který neprochází přes části trasy vymezené body A-B-C-E-F váhový faktor vzdálenosti alespoň o 25% vyšší než původní zamýšlený úsek.



Obr. 4. Ilustrace pravidla 18 – část 3

5. SPECIFIKACE LOGICKÉHO DATOVÉHO FORMÁTU

Tato specifikace je rozdělena do pěti částí popisujících minimální požadavky v případě, že je využit fyzický formát, jež není popsán v informativních přílohách normy ISO 17572-3. Tato specifikace dává náležitý přehled všech dat potřebných pro různá pravidla definovaná v této normě. Data jsou dále dělena do tří základních typů: bodů, atributů a jejich vzájemných vztahů. V případě bodů nestačí pouze uložit souřadnice těchto bodů, ale i jejich odpovídající pořadí korespondující jejich topologické poloze v reálném světě. Body a úseky PK jsou nositeli atributů, jež je odlišují od ostatních sousedních úseků PK. Z toho důvodu musí být možné ukládat atributy různých typů definovaných normou ISO 17572-3. Předpokládá se, že dynamické označení polohy obsahuje více než jeden bod či úsek PK.

5.1 Průvodce kódováním pro dynamicky označené polohy

Tato příloha normy ISO 17572-3 pomáhá implementovat metody označení poloh co nejjednodušším způsobem. Pro tento účel jsou poskytnuty pomocné informace a postupy kódování založené na pravidlech popsaných v této normě. Tyto postupy mohou být využity jako základ pro vývoj kódovacích algoritmů. Metody označení poloh zohledňují ve svých pravidlech kategorizaci s vyšší shodou mezi různými mapovými databázemi. Atribut FC (funkční třída PK) nemusí být obsažen ve všech databázích, ale kodér i dekodér musí být schopny ho z ostatních dostupných informací (rychlost, jízdní pruhy, směrové tabule apod.) odvodit. Pro tento účel následující tabulka 1 poskytuje výklad v pravidlech pro užívané funkční třídy pozemních komunikací.

Tab 1. Popis interpretace funkční třídy pozemní komunikace

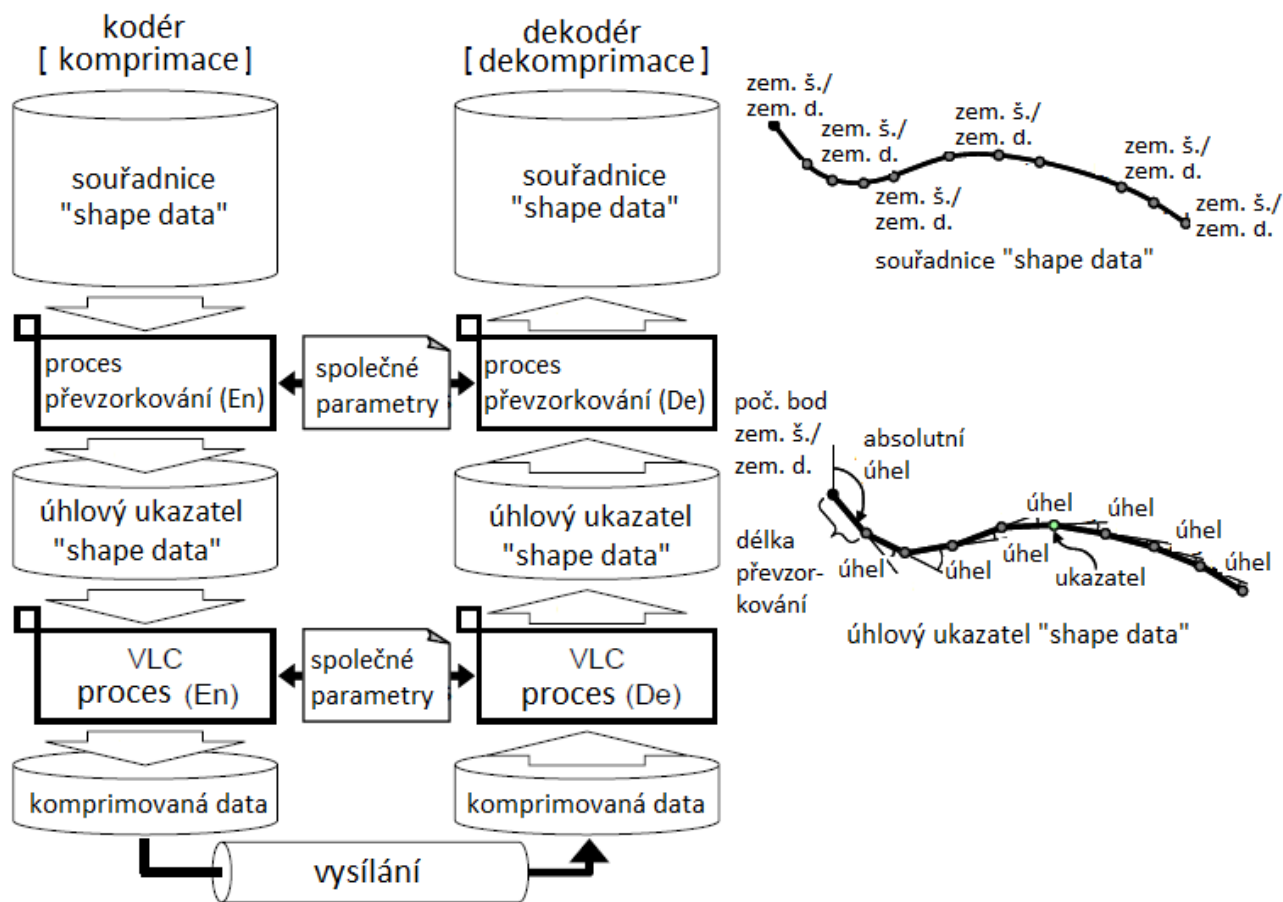
funkční třída PK	hlavní PK	silnice první třídy	silnice druhé třídy	silnice třetí třídy
interpretace popisu	spojení zemí či metropolitních oblastí, zejména se směrově oddělenými jízdními pruhy	národní hlavní PK spojující centra, zejména se směrově oddělenými jízdními pruhy	národní PK nebo dálnice	ostatní PK

5.2 Specifikace komprimovaného datového formátu

V případech přenosu velkého množství dat v jednom paketu označujících polohu, přicházejí v úvahu další požadavky. To vede ke snaze redukovat celkovou velikost dat na přiměřenou hodnotu. Experimenty s označením polohy ukázaly, že jedním z vhodných přístupů takového řešení je kódování všech pozemních komunikací sítě PK do jednoho paketu. Získání homogenní množiny dat velmi efektivní komprimací pak pomáhá k výrazné redukci velikosti přenášených dat. Norma popisuje jen binární datové formáty. Je zde

vycházeno ze specifikace komunikace mezi centry a terminály jako jsou vozidlové jednotky, kde je zohledněna malá kapacita přenosového média v podobě rozhlasového vysílání.

Jak je znázorněno na obrázku 5 proces kódování a dekódování je realizován ve dvou krocích. Jak počáteční vstupní data na straně kodéru tak konečná výstupní data na straně dekodéru představují tvar popsany souřadnicemi jednotlivých liniových prvků ve formě řetězců souřadnic.



Obr. 5. Proces komprimace a dekomprimace

V prvním kroku je upraven vstupní tvar trasy a příliš podrobné informace jsou odstraněny. Tento krok je také označován jako "proces převzorkování". Výsledkem tohoto kroku je nahrazení souřadnic popisujících tvar trasy úhlovým ukazatelem složeným z množství úhlů a příslušných ukazatelů. Tím vznikne formát vhodnější pro komprimaci.

Ve druhém kroku je snížena redundance datové struktury prostřednictvím komprimačního algoritmu kódování s využitím entropie polohových dat. Tato metoda je také označována jako "Variable-Length-Coding" (VLC - kódování s proměnnou délkou slov). Výstupem této metody je výstup ve formě komprimovaných dat. Na straně dekodéru je proces převzorkování a VLC kódování realizován jako obrácený konverzní proces. Proces kódování a dekódování využívá stejné parametry převzorkování.

6. ROZŠÍŘENÍ SPECIFIKACÍ MAPOVÉ DATABÁZE PRO LOKÁLNÍ DYNAMICKOU MAPU V RÁMCI APLIKACÍ KOOPERATIVNÍCH ITS SYSTÉMŮ

Funkční požadavky a datový model pro vozidlovou navigaci jsou již definovány v technické specifikaci ISO/TS 20452 Požadavky a logický datový model pro formát fyzického ukládání dat (PSF) a rozhraní aplikačního programu (API) a logická organizace dat pro PSF používaná v inteligentních dopravních systémech. Nicméně mapově vztažené funkční požadavky, datový model (logický datový model/logická organizace dat) a datové prvky potřebné pro lokální dynamické mapy kooperativních ITS služeb, které jsou obsahem této technické specifikace, doposud definovány nebyly. Technická specifikace se zaměřuje na datové prvky statické povahy. Za účelem plnění plánovaného požadavku směrnice M/453 vydané Evropskou komisí, je rozsah tohoto návrhu omezen na vydání technické specifikace pro lokální dynamické mapové komponenty normy ISO 14296 Rozšíření specifikací mapové databáze pro aplikace kooperativních ITS systémů.

Tato specifikace může pomoci vývojářům kooperativních ITS aplikací, kteří budou mít prospěch z dostupnosti normalizovaného datového modelu a datových prvků. To umožní vývojářům nových produktů a služeb zkrátit čas mezi vývojem a uplatněním na trhu. Obsah tohoto dokumentu koresponduje s obsahem dokumentu ISO 14296, jež byl schválen v dubnu 2011. Tato technická specifikace poskytuje s mapou související funkční požadavky, datový model a datové prvky pro lokální dynamickou mapu pro ty aplikace z oblasti kooperativních ITS aplikací, které vyžadují informace odvozené z mapových databází. Tato technická specifikace využívá UML k vyjádření specifických vztahů. Grafické prvky jsou využívány k vyjádření specifických vazeb a strukturních vztahů. Plnou definici lze nalézt v ISO/IEC 19501:2005 Otevřené distribuované zpracování, UML. Tato technická specifikace podporuje základní množinu aplikací kooperativních systémů, služeb podporujících řízení a navigačních služeb.

6.1 Funkční požadavky

Základní funkce jsou shodně s dokumentem ISO/TS 20452:2007 členěny do šesti oblastí: zobrazení mapy, stanovení polohy, plánování trasy, průvodce trasou, přístup k informacím o službách a zájmových bodech POI (Point of interest) a přiřazení adresy. Ostatní funkce jsou nově definovány touto technickou specifikací.

a) Zobrazení mapy

Funkce Zobrazení mapy je používána k zobrazení mapy určité geografické oblasti. Aplikace může zobrazit mapy koncovému uživateli, ale také přijímat od koncového uživatele vstup označující polohu zobrazené mapy.

b) Stanovení polohy

Funkce Stanovení polohy je používána k určení polohy vozidla, například zeměpisnou šířkou a zeměpisnou délkou entity silniční sítě nebo pro přizpůsobení polohy na mapu „Map Matching“. Map Matching je metoda určující, kde se navigační systém na silniční síti pohyboval a to na základě předcházející polohy navigačního systému a dat o pohybu navigačního systému z externích vstupů. Metoda umožňuje zpřesnit geo-lokalizaci na pozemních komunikacích.

c) Plánování trasy

Funkce Plánování trasy je používána pro stanovení trasy z jedné uživatelsky definované polohy do jiné.

d) Průvodce trasou

Funkce Průvodce trasou je používána pro generování instrukcí pro následování trasy.

e) Přístup k informacím o službách a zájmových bodech POI

Funkce Přístup k informacím o službách a zájmových bodech (POI) poskytuje přístup k datům, která jsou běžně užívána jako počátky nebo cíle tras a které obsahují informace užitečné pro cestující. Služby reprezentují polohu na trase, která je známa spíše svým jménem než svou adresou. Služby zahrnují komerční služby pro cestující, jako jsou hotely, restaurace a čerpací stanice pohonných hmot. Služby také zahrnují polohu nebo zájmové body pro cestující, jako jsou národní parky, národní památky či turistické zajímavosti. Služby mohou být uspořádány podle typu (např. letiště, centra měst, hotely) a mohou nést různé informační atributy (např. hodnocení, druh gastronomické kuchyně, příjem kreditních karet).

- Přiřazení adresy

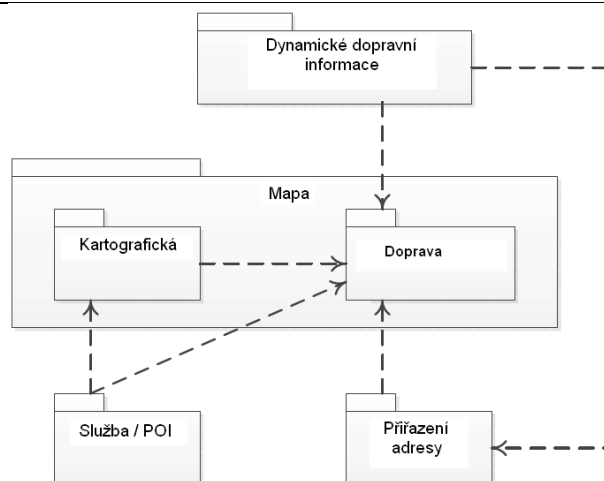
Tato funkce se používá pro přístup k datům užívaným k určování poloh, jak v reálném prostředí, tak při jejich datové reprezentaci v mapě.

- Podpora jízdy

Funkce Podpory jízdy je používána k poskytování informací pro podporu bezpečné jízdy.

6.2 Logický datový model

Celkový model znázorněný na obrázku 6 představuje vztahy mezi níže popsanými objekty datového modelu. Tento celkový model je založen na ISO/TS 20452. Obsahuje následující entity: doprava, kartografická mapa, přiřazení adresy, služby/POI, dynamické dopravní informace.



Obr. 6. Celkový model

- Doprava

Objekt Doprava je navržen tak, aby podporoval kooperativní ITS.

Doprava obsahuje silniční data, topologické uspořádání silniční sítě a navádění na trasu.

- Kartografická mapa

Kartografická mapa je složena z grafického pozadí a grafického textu.

- Služby/POI

Služby/POI jsou definovány službami v ISO/TS 20452. Nicméně služby/POI jsou v této specifikaci složeny ze služeb a referenčního bodu služby/POI.

- Přiřazení adresy

Přiřazení adresy je v ISO/TS 20452 složeno z místa, názvu navigačního geoprisku, úseku pozemní komunikace, vedlejší pozemní komunikace, propojení a poštovního směrovacího čísla. Nicméně v této specifikaci přiřazení adresy obsahuje místo a referenční bod místa.

- Dynamické dopravní informace

Dynamické dopravní informace jsou využívány k poskytování informací o dopravních podmínkách v reálném čase. Tyto podmínky mohou být využity při dynamickém výpočtu trasy, podpoře jízdy a ve spolupracujících službách ITS. Navíc mohou být tyto dopravní informace zobrazeny jen jako informační podklad společně s ostatními funkčními zobrazeními mapy.

Základní entitou dynamických dopravních informací je dopravní poloha. V reálném světě to může odpovídat poloze oblasti, lineární poloze, např. úseku pozemní komunikace, nebo poloze bodu, např. poloze křížení na pozemní komunikaci.

6.3 Přehled příkladů výsledných služeb

Norma ČSN P ISO/TS 17931 Rozšíření specifikací mapové databáze pro lokální dynamickou mapu pro aplikace kooperativních ITS systémů [4] přináší čtyři základní příklady informací: informace o pozemní komunikaci, informace z okolí vozidla, řízení vozidla a dopravní informace. Příkladem informace o jízděm pruhu, obr. 7 může být zprostředkování informací o pozemní komunikaci s jízděm pruhem pro otáčení vozidel, který je navržen pro změnu směru jízdy za účelem zmírnění dopravní kongesce.



Obr. 7. Informace o jízdnicích pruzích

Příklad informace o dopravní zóně, obr. 8 představuje systém, který může nabízet řidiči informace o momentálním využití místní pozemní komunikace, například o rozdělení pozemní komunikace na část využívanou chodci a část využívanou vozidly, za účelem zvýšení bezpečnosti žáků a dětí při cestě do školy.



Obr. 8. Informace o dopravní zóně

LITERATURA

- [1] Draft ISO 17572-1 Intelligent transport systems (ITS) — Location referencing for geographic databases — Part 1: General requirements and conceptual model
- [2] Draft ISO 17572-2 Intelligent transport systems (ITS) — Location referencing for geographic databases — Part 2: Pre-coded location references (pre-coded profile)
- [3] Draft ISO 17572-3 Intelligent transport systems (ITS) — Location referencing for geographic databases — Part 3: Dynamic location referencing (dynamic profile)
- [4] Draft **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**
- [5] J. Plíhal, extrakt z návrhu technické normy 17572-3 <http://www.silmos.cz/@files/doc2660.pdf>