

Realizace datových přenosů prostřednictvím GSM-R

Jiří ŠUSTR

Jiří ŠUSTR, České dráhy, s.o., Divize dopravní cesty, o.z., Technická ústředna dopravní cesty Bělehradská 22, 120 00 Praha 2

České dráhy se jakožto jeden ze signatářů memoranda o společném stanovisku EIRENE (MoU) a dohody o implementaci (AoI) zavázaly budovat nové a evropsky standardizované rádiové komunikační prostředí – systém GSM-R na tratích evropského významu a podle míry ekonomické efektivity i na ostatních tratích národního významu. Proto byly na základě studie proveditelnosti záměru zavést GSM-R do provozu Českých drah zahájeny práce na přípravě pilotního projektu GSM-R na trati I. národního železničního koridoru.

Systém GSM-R zaváděný dle specifikací EIRENE by se v rámci uceleného evropského regionu měl stát jednotným rádiovým prostředím pro drážní komunikaci, zahrnující v sobě kromě komponent zajišťujících mezinárodní interoperabilitu také jednotlivá národní prostředí a datově orientované aplikace, tedy prostředky představující cestu dalšího rozvoje ČD. Tyto aplikace, již existující či nově vyvíjené je potřeba do systému GSM-R implementovat tak, aby zvolená přenosová služba tohoto systému plně uspokojila komunikační požadavky aplikací a současně bylo efektivním způsobem zacházeno s přenosovou kapacitou systému GSM-R.

Je důležité již dnes, v časovém předstihu připravovat půdu pro tuto implementační činnost a proto bych Vás rád, alespoň ve stručnosti seznámil s jednotlivými datovými službami poskytovanými technologickou platformou GSM, způsobem jejich realizace v rámci sítí GSM a GSM-R a z toho vyplývajících charakteristických vlastností těchto služeb.

Datové služby poskytované sítí GSM-R

Síť GSM-R, podobně jako veřejné GSM sítě, podporuje v dnešní době v zásadě tři možné způsoby přenosů dat:

- přenosy pomocí SMS (Short Message Services) zpráv
- datová volání
- přenosy pomocí GPRS (General Packet Radio System)

Každá z těchto datových služeb je v rámci sítě GSM realizována různým způsobem z čehož také vyplývá odlišnost jednotlivých vlastností těchto služeb z hlediska uživatele i různé provozní zatížení infrastruktury vlastní aplikací z pohledu sítě. Z tohoto důvodu je také každá přenosová služba vhodná pro jiný typ aplikace.

Dále se pokusím popsat způsob realizace a základní vlastnosti jednotlivých poskytovaných služeb určených pro datové přenosy realizované nejenom v rámci sítě GSM-R, ale i pro sítě veřejných operátorů, které pro první krok v implementaci drážních aplikací představují snadno dostupnou a technologicky shodnou platformu vzhledem k zatím fyzicky nedostupnému systému GSM-R.

Přenosy pomocí SMS zpráv

Přenosy realizované pomocí služby krátkých textových zpráv (SMS) jsou vhodné pro přenos jednoduchých, relativně krátkých informací. Rád bych zde zmínil pro nás důležitý parametr, kterým je maximální délka SMS zprávy, neboť ta je odlišná pro jednotlivé specifikace té které GSM sítě. Specifikace funkčních požadavků EIRENE (systém GSM-R) definuje maximální délku SMS zprávy - jednoho segmentu (při řetězení zpráv) na 96 znaků, kdežto specifikace GSM ETSI 03.40 (veřejné sítě) definuje maximální délku přenášené SMS zprávy na 160 znaků. Zprávy takto přenášené nemusejí mít pouze textovou podobu, mohou být posílány i jako 8-bitové data. Vzhledem k tomu, že jednotlivé znaky používají 7-bitové vyjádření je potom celková délka datové zprávy 84

bajtů dat pro síť GSM-R a 140 bajtu pro síť veřejných operátorů. S tímto rozdílem je proto důležité počítat pro případ aplikací vyvinutých v rámci sítě veřejného operátora pokud budou následně převedeny do sítě GSM-R.

Doručení zprávy z jednoho mobilního terminálu na jiný (přenos typu bod - bod) vždy představuje přenosovou úlohu složenou ze dvou samostatných částí:

- Poslání zprávy z terminálu odesilatele do SMS centra sítě (SMSC). Tato část cesty se většinou označuje jako "posílání" neboli Mobile Originating (MO).
- Vyslání zprávy z SMS centra na terminál adresáta. Tato druhá část cesty se většinou označuje jako "přijímání" neboli Mobile Terminating (MT).

Takto popsaný přenos SMS zprávy je v rámci GSM sítě realizován pomocí nespojovaného (connectionless) protokolu kdy SMS pakety tzv. PDU (Protocol Data Unit) jsou posílány skrze různé kontrolní kanály GSM sítě v závislosti na tom je-li současně veden hovor. Během hovoru jsou SMS PDU přenášeny pomocí logického kanálu SACCH (Slow Associated Control Channel), jinak pomocí kanálu SDCCH (Stand alone Dedicated Control Channel). Výhodou takto realizovaného přenosu je naprostá nezávislost na hovorovém kanálu, tedy je možné zároveň hovořit, posílat a přijímat SMS zprávy.

Poměrně závažným nedostatkem tohoto způsobu komunikace je spolehlivost a doba přenosu, neboť pro přenos SMS zprávy (paketů PDU) je použito výše uvedených kontrolních kanálů GSM sítě vyhrazených pro důležité a tedy i prioritnější přenosové úlohy spojené se sestavením a správou hovoru a také s aktualizací polohy. Z tohoto důvodu je doba přenosu SMS zprávy značně závislá na vytíženosti těchto řídicích kanálů a zejména na rychlosti zpracování zpráv v SMS centru sítě.

Specifikace funkčních požadavků EIRENE definuje maximální dobu pro doručení každého segmentu SMS zprávy na 30 sekund pro 95% zpráv.

U GSM sítě veřejných operátorů trvá přenos v optimálním případě od začátku vysílání SMS zprávy do jejího doručení cca 15 s. V případě systému jenž pro svou funkci využívá potvrzování je doba provedení (dotaz → odpověď) dvojnásobná, tedy minimálně cca 30 sekund v případě sítě veřejného operátora a maximálně 60 sekund s 95 % pravděpodobností pro síť GSM-R. Proto je vždy nutné s touto dobou přenosu počítat, zvláště pak u časově kritických aplikací, kde by doba přenosu některých informací mohla být naprosto nepřijatelná s ohledem na platnost přenášených dat. Určitým řešením jak zkrátit celkovou dobu přenosu by pro některé speciální aplikace mohlo být přímé propojení uživatelské aplikace s centrem služby krátkých textových zpráv. Při tomto způsobu řešení by došlo k vyloučení jedné rádiové cesty a tím i k výraznému zrychlení přenosu.

Přenášená aplikační data bude vzhledem k dlouhé a předem neznámé době přenosu vždy výhodné opatřit časovým razítkem.

Přenosy pomocí datových volání

Tento druh datové komunikace je vhodný zejména tam, kde je třeba přenášet kontinuálně větší objemy dat. V síti GSM-R i v sítích veřejných operátorů lze dnes dosahovat přenosových rychlostí pro klasické datové přenosy až 9600 Bd, při využití technologie HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) lze dosáhnout rychlosti až 57 600 Bd pro downlink (směr do mobilního terminálu), běžně pak 28 800 Bd, u nás je však HSCSD podporováno pouze společností Eurotel a v síti GSM-R podle dostupných informací s touto technologií není počítáno. Datové přenosy můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin:

- Transparentní datové přenosy – mají konstantní dobu zpoždění přenosu (bez chybové korekce).
- Netransparentní datové přenosy – mají proměnnou dobu zpoždění přenosu (s chybovou korekcí).

Přenos pomocí datových volání je pro obě výše uvedené skupiny přenosů v rámci sítě GSM-R zajišťován pomocí okruhově vázaného spojení. U tohoto typu spojení je využíváno stejných přenosových prostředků sítě (provozního kanálu TCH – Traffic Channel) i stejného způsobu sestavení spojení jako u hlasových volání. Z uvedeného tedy vyplývá zásadní nedostatek služby přenosu pomocí datových volání, neboť při jejich

využití blokuje hovorový kanál, tzn. že v rámci jednoho mobilního terminálu nelze současně přenášet data a hlas. Dalším vážným nedostatkem tohoto typu spojení je skutečnost, že pokud chceme touto službou přenést sebemenší objem dat je vždy nutno sestavit spojení. Sestavení (navázání) spojení je proces kdy síť na základě požadavku uživatele vyhradí potřebné přenosové prostředky. Doba pro provedení tohoto procesu v rámci sítě GSM-R, tedy od vydání požadavku do kompletního sestavení okruhu potřebného pro datové spojení je specifikací funkčních požadavků EIRENE vyžadována v čase do 5 sekund v případě odchozích datových volání (MOC – Mobile Originated Call) a v čase do 7 sekund v případě příchozích datových volání (MTC – Mobile Terminated Call). Prakticky změřené hodnoty zjištěné na testovaných úsecích v rámci konsorcia MORANE ukazují, že časy požadované specifikací EIRENE pro sestavení okruhu datového volání jsou pro odchozí volání většinou splněny, v případě příchozích datových volání však časové požadavky této specifikace splněny nebyly (některé zde uvedené časy překračují hodnotu 12 sekund).

V rámci sítě veřejných operátorů je situace ještě mnohem horší a časy pro sestavení okruhu potřebného pro datové spojení zde představují zpoždění desítek sekund (typicky 25 sekund). V případě aplikace vyžadující okamžitou odezvu by bylo možno sestavit spojení v časovém předstihu před vlastním požadavkem aplikace na přenos dat a toto spojení trvale držet (po dobu kdy aplikace potřebuje přenášet data). Při tomto způsobu řešení však dochází k blokování hovoru (po dobu trvání datového spojení – sestaveného okruhu) a pokud není přenášén kontinuální tok dat tak i k značně nevhodnému využití přenosových prostředků GSM sítě. Za určitý přínos klasického datového spojení může být považována aplikační flexibilita

Přenosy pomocí GPRS

Přenosová služba GPRS (General Packet Radio System) představuje novou a perspektivní komponentou specifikace systému GSM i GSM-R jež svou variabilitou umožňuje efektivně realizovat jak pružnou a dynamickou výměnu relativně malého množství dat tak občasně a nárazové datové přenosy většího objemu při současně optimálním užití síťových i rádiových prostředků těchto sítí.

Na rozdíl od klasického datového přenosu realizovaného pomocí vyhrazeného okruhově vázaného spojení poskytujícího symetrický duplexní kanál pro přenos dat s maximální rychlostí 9 600 Bd, je přenos zabezpečovaný službou GPRS realizován vždy pomocí nespojovaného (connectionless) paketového protokolu umožňujícího nesymetrické připojení rychlostmi až 57 600 Bd pro downlink (směr k mobilnímu terminálu) a 14 400 Bd pro uplink (směr od mobilního terminálu). Toto řešení kromě vyšších přenosových rychlostí poskytuje také následující výhody:

- Pro přenos dat pomocí GPRS není nutno sestavovat okruhově vázané spojení, jenž by představovalo značné časové zpoždění od generování požadavku po vlastní přenos.
- Umožňuje realizovat trvalé datové připojení s téměř okamžitou odezvou na požadavek datového přenosu (časové zpoždění 0,5 až 1s dle specifikace ETSI GSM 03.60) a současně nezatěžující komunikační prostředky sítě. Ty jsou obsazeny jen v okamžiku posílání nebo příjmu dat.
- Efektivní využívání rádiových prostředků sítě díky možnosti dynamického sdílení těchto prostředků nejenom mezi uživateli (z pohledu aktivity uživatele), ale též hlasovými a datovými službami (z pohledu vlastní sítě).
- Díky striktnímu oddělení rádiového subsystému (BSS – Base Station System) od síťového a spínacího subsystému sítě (NSS - Network and Switching Subsystem) z pohledu technologie GPRS, může být efektivním způsobem síťový a spínací subsystém sítě současně využit pro potřeby jiné technologie.

Stejně jako se vlastní systém GSM-R neustále vyvíjí v tzv. fázích je i technologie datových přenosů pomocí GPRS rozpracována ve fázích. V současné době aktuální fáze 1 specifikace GPRS definuje tyto třídy mobilních terminálů:

- class A – terminály této třídy jsou schopny současně ovládat služby na základě přepínání (spojování) okruhů (hlasová volání) i přepínání

(spojování) paketů (datové přenosy pomocí GPRS). Oba druhy služeb jsou ovládány nezávisle na sobě.

- class B - tyto terminály ovládají v jeden okamžik jen jednu z těchto služeb, tedy dokáží přenášet data a hlas, ale nikoli současně.
- class C - terminály této třídy jsou schopny ovládat pouze služby na základě přepínání (spojování) paketů (datové přenosy pomocí GPRS) a hlasové přenosy neumožňují vůbec.

Zásadní a nespornou výhodou datových přenosů realizovaných pomocí technologie GPRS je v případě užití mobilního terminálu GPRS třídy A nezávislost na hovorovém kanálu, tzn. že lze pomocí tohoto terminálu souběžně přenášet data i hovor.

Závěr

Účelem tohoto příspěvku bylo poskytnout pokud možno v kostce co nejvíce technických informací potřebných pro rozvoj datově orientovaných drážních aplikací využívajících přenosové služby GSM-R a podpořit tak implementační činnost v rámci ČD. Pro realizaci jakékoliv aplikace využívající datových přenosů prostřednictvím vybrané přenosové služby je vždy nutné mít nejprve zajištěnu infrastrukturu sítě, která by tuto technologii podporovala. V tomto ohledu byl již první krok učiněn vypsáním výběrového řízení na dodavatele technologie GSM-R pro ČD. V současné době, tedy v době psaní toho příspěvku stále probíhá výběrové řízení a nelze proto s určitostí říci bude-li v rámci pilotního projektu GSM-R realizována také tolik perspektivní technologie paketových přenosů GPRS.

Pro další rozvoj datových přenosů a drážních aplikací, jež pro ČD nepochybně představují cestu zajišťující prosperitu a konkurenceschopnost v tržním prostředí by však bylo velkou chybou, pokud by potenciál této moderní a perspektivní technologie nebyl dostatečně včas rozpoznán a také v praxi využit. Realizací této technologie se totiž z přísně okruhově vázané rádiové sítě stává síť alternativní, tedy umožňující jak okruhově, tak paketově vázané přenosy se všemi již zmíněnými výhodami, což představuje evoluci ze sítě 2 generace na síť 2,5 generace. Význam této technologie pro další vývoj datových přenosů realizovaných v rámci sítí GSM-R lze také dokumentovat citací z materiálu firmy Nortel Networks, která je jedním z největších dodavatelů infrastruktury sítí GSM-R : "*GPRS je hlavní součástí sítí GSM-R sloužící pro datové přenosy dopravních aplikací, jako je například Automatic Train Control (ATC) a dálkové ovládání*".

Literatura

- [1] Jiří Šustr, Závěrečná zpráva úkolu technického rozvoje "Rozbor možností technického řešení aplikace systému GSM-R pro automatické vedení vlaku", 2001, České dráhy s.o.
- [2] Nortel Networks, GSM-R, your ticket to enhanced railway communications, <http://www.nortelnetworks.com>, str. 2
- [3] <http://www.railway-technology.com/contractors/signal/telit/>
- [4] I. Claussmann, Summary of performance tests results obtained on the 3 trial sites, konsorcium MORANE
- [5] <http://www.eirene-uic.org/eirene>
- [6] <http://www.etsi.org>
- [7] Mobile Lifestreams, "YES 2 GPRS" White Paper, <http://www.mobilegprs.com>, str. 20
- [8] <http://www.cisco.com>
- [9] <http://www.gsmworld.com>
- [10] <http://www.mobil.cz>
- [11] <http://www.eurotel.cz>
- [12] <http://www.radiomobil.cz>