

VYUŽITÍ TELEMETRICKÝCH SYSTÉMŮ PRO SLOŽKY IZS

**Zdeněk Hon¹, Pavel Smrčka¹, Karel Hána¹, Jan Kašpar¹, Jan Mužík¹,
Radek Fiala¹, Martin Vítězník¹, Tomáš Veselý¹, Lukáš Kučera¹,
Tomáš Kuttler¹, Radim Kliment¹**

ABSTRAKT

Článek popisuje možnosti využití telemetrie pro záchranářské aplikace. V článku jsou shrnuty průběžné výsledky výzkumu a vývoje systémů, které jsou zaměřeny na zvýšení bezpečnosti zasahujících složek integrovaného záchranného systému (IZS) při řešení mimořádné události či krizové situace (požár, povodeň, hromadné neštěstí, únik průmyslové škodliviny) a na podporu jejich výcviku.

Klíčová slova:

Integrovaný záchranný systém, monitorování, telemetrie.

ABSTRACT

The article looks into the possibility of using telemetry in emergency situations. The article also summarizes the current running results of research and development of the systems, which have the goal to increase the safety of the members of the integrated rescue system during crisis situations (fire, floods, mass accidents, industrial disasters) and to support their training.

Key words:

Integrated Rescue System, monitoring, telemetry.

1 ÚVOD

Pojem telemetrie pochází z řečtiny (tele-vzdálený, metron-měřidlo) a jedná se o soubor technologií a metodik, které umožňují dálkové měření fyzikálních veličin

¹ Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.; Ing. Pavel Smrčka, Ph.D.; Ing. Karel Hána, Ph.D.; Ing. Jan Kašpar; Ing. Jan Mužík, Ph.D.; Ing. Radek Fiala; Ing. Martin Vítězník; Ing. Tomáš Veselý; Ing. Lukáš Kučera; Ing. Tomáš Kuttler; Ing. Radim Kliment; ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, nám. Sítňá 3105, 272 01 Kladno; tel.: 224 359 973; email: zdenek.hon@fbmi.cvut.cz

včetně přenosu naměřených dat. V průmyslu se rutinně používá například k monitorování provozu vzdálených zařízení. Mimo průmysl má telemetrie spoustu dnes již klasických aplikací – od kosmonautiky a raketové techniky přes meteorologii, zemědělství, geologii až po ochranu přírody. Pokud je sledovaným systémem živý objekt, jedná se o takzvanou biotelemetrii. Zavedeným segmentem v této oblasti je například dálkový monitoring EKG po pevné telefonní lince. Skutečná telemetrie (s bezdrátovým dálkovým přenosem dat a lokalizací monitorovaného objektu) však donedávna byla velmi nákladná a reálně možná jen na velmi omezeném prostoru, neboť bylo zapotřebí nákladně budovat a následně spravovat speciální komunikační infrastrukturu, například síť radiových vysílačů (1).

V nedávné době sehrálo v civilním sektoru telemetrie revoluční úlohu několik faktorů: 1) prakticky celoplošné pokrytí civilizovaných zemí mobilními bezdrátovými celulárními sítěmi (u nás GSM) s relativně cenově dostupnými datovými službami, 2) rozšíření a dostupnost internetu ve všech lokalitách, 3) dostupnost satelitních navigačních systémů s dostatečnou přesností pro většinu civilních aplikací (u nás zejména GPS), 4) miniaturizace a zlevnění výpočetní a telekomunikační techniky včetně specializovaných komunikačních modulů, které umožnilo transformaci dříve objemných laboratorních zařízení do přístrojů kapesního formátu. Tyto faktory posunuly telemetrii a biotelemetrii do nové etapy, takže dnes již patří mezi běžné aplikace, které využívají a podle potřeby kombinují zmíněné technologie (GSM, GPS). Jedná se například o sledovací systémy pro motorová vozidla (car-tracking), které umožňují nejen lokalizaci a sledování trasy, ale i dálkové monitorování stavu vozidla. Další skupinou aplikací, která je založena na stejné technologii, jsou takzvané „pet-tracker“, určené ke sledování pohybu a zejména vyhledávání domácích zvířat.

V posledních několika letech se dále objevují aplikace telemetrie v humánních nelékařských oborech, například v psychologii, sociologii, sportu (mimo profesionální sport, kde se telemetrie experimentálně užívala již dříve), fitness a wellness, kdy cílem není medicínská diagnostika ani podpora terapie, nýbrž sledování vývoje fyziologického stavu jedince (nebo skupiny jedinců) za různých podmínek a sledování individuálních reakcí na různé zátěžové situace (při kognitivní činnosti, při fyzické aktivitě, psychologických experimentech, sledování televize atp.) – segment tzv. Human Research Telemetry.

Další související aplikační oblastí, která v současné době zažívá bouřlivý rozvoj, jsou takzvané Personal Health Systems, jejichž nedílnou součástí je biotelemetrie, použitá pro „dohled“ nad zdravotním či obecně fyziologickým stavem probandů. Jednotlivá data o stavu probandů jsou nejenom snímána a dálkově přenášena (např. informace o poloze seniora, dítěte apod., o jejich fyzické aktivitě příp. i tepové frekvenci a dalších parametrech), ale funguje zde i zpětná vazba přes dohledové centrum, ve kterém operátoři vyhodnocují alarmany a mají možnost zpětně hlasově komunikovat s probandem a v případě potřeby kontaktovat rodinu nebo i například zdravotnickou záchrannou službu.

V současné době nabývají významu rovněž biotelemetrické systémy, které pracují na podobných principech sledování psychofyziologického stavu člověka, aplikované ve vojenství a při monitorování pracovníků v dalších vysoce zátěžových profesích, jako jsou operátoři složitých technických zařízení (např. jaderných elektráren), profesionální řidiči motorových vozidel na dálkových trasách a v neposlední řadě také členové složek IZS (3).

2 DOHLEDOVÉ PODPŮRNÉ SYSTÉMY PRO SLOŽKY IZS

V kapitole je uveden stručný přehled stávajících řešení podpůrných systémů pro členy záchranných složek ve světě – jako příklady systémů jsou vybrány takové, které mají zjevný aplikační potenciál, a nejedná se pouze o akademické projekty.

LifeNet je systém, jehož účelem je lokalizace zasahujících hasičů uvnitř složitých budov. Pracuje na principu podobném tomu, kdy hasiči za sebou táhnou vodící lano, které pak slouží například k rychlému nalezení cesty ven v zakouřeném prostředí, kde není možná vizuální orientace, nebo k nalezení zasahujícího kolegy připevněného na druhém konci stejného lana. Systém LifeNet se snaží tento princip (koncept) implementovat za využití moderních technologií. Hasič má na sobě zařízení, které umožňuje ruční, popřípadě v modernější verzi automatické odhození jistého počtu malých majáků (bójí), které pak slouží jako takzvané přístupové body. Tyto majáky jsou schopné detekovat konkrétní členy týmu v jejich blízkosti a dokonce i jejich vzdálenost a polohu vůči majáku za použití ultrazvukového vysílače. Díky tomu je možné hasiče lokalizovat uvnitř rozsáhlých komplexů. K zařízení mohou být připojeny i miniaturní monitory, které jsou umístěny do dýchací masky hasiče a díky nim pak může přímo zasahující hasič sledovat svou polohu a polohu svých kolegů vůči jednotlivým majákům. Lokalizace hasiče pomocí jednotlivých majáků probíhá ve spolupráci se zařízením připojeným na hasičské obuvi. Toto zařízení v sobě rovněž skrývá tepelný senzor, a možnost připojení dalších senzorů, například akcelerometru, pomocí I2C rozhraní. Systém je ve stádiu různých vývojových verzí prototypu (2, 3).

MiTag (Medical information Tag) je systém, který je určen pro získávání údajů z množství postižených osob. Jeho koncepce je však příbuzná s dohledovým systémem pro zásahové jednotky. Systém je založen na platformě MiTag, která obsahuje dvě bezdrátová rozhraní. Rozhraní zajišťující komunikaci se senzory a vytváří takzvanou Body Area Network (BAN). Komunikaci se zobrazovačem zajišťuje dlouhodobá síť typu MESH. Součástí systému jsou i takzvané opakovače, ty mohou být odhazovány po cestě mezi zobrazovací jednotkou a pacientem v případě, kdy není možná přímá dosažitelnost signálu z platformy na pacientovi až na zobrazovač. Protokol sítě MESH pak automaticky přesměruje tok dat přes tyto opakovače a tím je zajištěna teoreticky neomezená vzdálenost, po kterou mohou být data přenášena. K platformě může být připojeno velké množství různých senzorů (GPS, pulsní oxymetrie, tlak krve, teplotní senzory, EKG a další) (4).

FireNet představuje architekturu bezdrátové sítě navrhovanou přímo pro potřeby přenášení sensoricky snímaných dat v případě hasičských záchranných

operací. Síť typu Ad-Hoc se dokáže sama rekonfigurovat podle potřeby a přenášet data na požadované místo. K síti jsou připojeny senzory různých typů, jednak na samotných hasičích a jednak na některém jejich vybavení, jako například na vozidlech. Na vozidlech je rovněž umístěn GPS přijímač, díky němuž je možné hasiče lokalizovat, a pomocí sítě samotné je pak možné částečně lokalizovat relativní polohu jednotlivých bodů. Získaná data jsou přenášena jednak na zobrazovací zařízení u velitele zásahu a jednak pomocí internetu na hasičskou centrálu. Obě skupiny, pak mají přístup k online datům získaným z místa zásahu (5).

FIRE (Fire Information and Rescue Equipment) systém využívá síť senzorů SmokeNet. Jedná se o senzory zachycující přítomnost kouře, které upozorňují na přítomnost požáru. Tyto senzory jsou do budovy namontovány jako požární prevence. Senzory musí být nainstalovány v každé místnosti a každých zhruba 10 metrů. Systém FIRE dokáže síť těchto senzorů využít pro lokalizaci hasiče v budově. Zároveň je systém schopen získávat další informace ze sítě Smoke, jako například které místnosti jsou požárem zasaženy. Součástí systému je i miniaturní displej FireEye, kterým je hasič vybaven a je tak schopen přehledně monitorovat důležité údaje. Systém je ve stádiu vývoje a testování (7).

ProeTex je projekt, který probíhá za podpory 6. rámcového programu EU. Tento projekt je zaměřen primárně na vývoj „chytrých textilií“, které by měly být v budoucnosti využity při výrobě ochranného oblečení a pomůcek právě pro hasičské jednotky. Textilní senzory vyvíjené v rámci tohoto projektu se zaměřují především na snímání základních životních funkcí, fyziologických parametrů, aktivity, snímání potenciálních chemických hrozeb (toxické látky apod.) a na problematiku napájecích zdrojů pro takovéto zařízení (8). Dle dostupných informací jsou všechny textilní senzory propojeny klasicky kabeláží. To do jisté míry usnadňuje návrh a realizaci systému (odpadá relativně komplikovaná fáze návrhu a testování rádiového rozhraní; dále má toto řešení pozitivní vliv na spotřebu elektrické energie, neboť oproti bezdrátovému přenosu má z principu funkce lepší energetickou účinnost). Nevýhodou takového řešení je však jisté omezení uživatele a signifikantní nárůst vlivu na jeho komfort. Kabeláž sloužící k propojení jednotlivých bodů a je relativně náchylná k poškození (např. únavové poškození materiálu vlastních vodičů díky mechanickému namáhání ve stejných oblastech oděvu).

FlexiGuard je zkrácený název projektu, který v současné době řeší vědecký tým z Českého vysokého učení technického v Praze, Fakulty biomedicínského inženýrství. Cíle projektu je vývoj telemetrického monitorovacího zařízení v zodolněné podobě, které umožní v reálném čase a v extrémních podmínkách lokalizaci jednotlivých členů zásahového týmu, sledování jejich zdravotně-fyziologických parametrů (tep, tlak, kožní odpor - pocení, teplota), automatickou detekci a signalizaci rizikového stavu, jako je fyzické vyčerpání, nadměrný stres, přehřátí atd. Systém umožní rozlišení povahy a intenzity jejich pohybu (leh, stoj, běh, plazení atd.) včetně stanovení aktuálního a celkového energetického výdeje, sledování environmentálních parametrů (teplota, kouř aj.) a další stavů dle reálných požadavků vybraných složek IZS (1). Vyvíjené dohledové zařízení je koncipováno jako modulární s možností

snadného rozšíření o další aplikační hardwarové i softwarové moduly podle požadavků konkrétních koncových uživatelů. Je tedy možné přidat například čidlo pro detekci vybraných skupin nebezpečných látek, či softwarově upravit výstupy z naměřených dat a vytvořit tak systém „šitý na míru“ pro konkrétního uživatele.

3 ZÁVĚR

Řešení následků různých mimořádných událostí či krizových situací je primárně spojeno především se záchranou lidských životů. Nelze ale opomenout ani na vlastní bezpečnost jednotlivých členů zasahujících složek IZS, kteří jsou při takovýchto situacích vystaveni celé řadě rizikových faktorů. Ve světě již existuje několik podpůrných bezpečnostních systémů primárně určených pro záchranné složky, které se postupně vyvíjejí a zdokonalují. Dosud ale nebylo vyvinuto bezobslužné telemetrické monitorovací zařízení v zodolněné podobě, které by bylo schopné i v extrémních podmínkách poskytovat kombinované relevantní údaje o poloze, osobním zdravotně-fyziologickém stavu i environmentálních parametrech v okolí monitorovaného člena záahového týmu a přitom se jedná o značně důležité parametry, které přímo ovlivňují efektivnost/kvalitu zásahu a bezpečnost jednotlivých členů záahového týmu. Vývojem takového systému se v rámci projektu FlexiGuard zabývají členové řešitelského týmu z Českého vysokého učení technického v Praze, Fakulty biomedicínského inženýrství.

Příspěvek byl podpořen projektem VG20102013029 v rámci Programu bezpečnostního výzkumu České republiky v letech 2010-2015 (BV II/2-VS).

LITERATURA

- [1] HON, Z. et al. Biotelemetrie a její využití pro záchranné složky. Urgentní medicína, 2013, vol. 16, no 1, s. 29-32. ISSN 1212-1924.
- [2] KLANN, M. et al. LifeNet: an Ad-hoc Sensor Network and Wearable System to Provide Firefighters with Navigation Support. In: Adjunct Proc. Ubicomp Innsbruck, Austria. 2007. pp. 124-127. Dostupné z: <http://eprints.lancs.ac.uk/13037/2/2007-LifeNet.pdf>.
- [3] KLANN, M. Tactical Navigation Support for Firefighters: The LifeNet Ad-Hoc Sensor-Network and Wearable System In: J. Löffler and M. Klann. Mobile Response. Berlin: Springer, 2009. pp. 41-56. ISBN 978-3-642-00439-1.
- [4] TIA, G. et al. Wireless Medical Sensor Networks in Emergency Response: Implementation and Pilot Results. In: Proc. 2008 IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security. 12-13 May 2008, pp. 187-192. Dostupné z: <http://www.cs.jhu.edu/~ljh/paper/ieehst2008.pdf>.
- [5] KEWEI, S., WEISONG, S., WATKINS. O. Using Wireless Sensor Networks for Fire Rescue Applications: Requirements and Challenges. Electro/information Technology, 2006 IEEE International Conference on. 7-10 May 2006, pp. 239-244. Dostupné z: <http://ocu-stars.okcu.edu/ksha/sha06-firenet.pdf>.

- [6] MASSIMILIANO I. et al. Monitoring Fire-Fighters Operating in Hostile Environments with Body-Area Sensor Networks. In: Proceedings of Risk Assessment and Management in the Civil and Industrial Settlements (VGR), Pisa, Italy, Oct. 2006. Dostupné z: <http://www.nmis.isti.cnr.it/amato/papers/VGR%202006%20final.pdf>.
- [7] WILSON, J., et al. A wireless sensor network and Incident Command interface for urban firefighting. In: 2007 FOURTH ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOBILE AND UBIQUITOUS SYSTEMS: NETWORKING & SERVICES. 6-10 Aug. 2007. pp. 19-25. ISBN 978-1-4244-1024-8. Dostupné z: <http://fire.me.berkeley.edu/Misc/Mobiquitous2007-JWilson.pdf>.
- [8] Advanced e-Textiles for Firefighters and Civilian Victims [online], [vid. 11. 11. 2013]. Dostupné z: <http://proetex.org>.

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.