

Optické difúzní vnitřní bezdrátové komunikace: způsob distribuce optického signálu

David Dubčák

Katedra elektroniky a telekomunikační techniky, FEI, VŠB – Technická univerzita Ostrava
17. listopadu 15, 708 33, Ostrava–Poruba
david.dubcak@vsb.cz

Abstrakt. Optické vnitřní bezdrátové sítě (WOLAN) procházejí rozsáhlým vývojem pro dosažení velmi vysokých rychlostí desítek až stovek Mbit/s, jenž jsou skrytým potenciálem vlnových délek světelného záření v infračervené oblasti. V této problematice jsme zatím na začátku, a proto první kroky se soustředily na způsob návrhu optimální distribuce světelného signálu do prostoru místnosti (umístění a počet difúzních zdrojů). Experimentálním postupem a srovnáváním výsledků získávaných v modelové místnosti se pro další řešení v reálném prostoru a s datovým přenosem vybraly tzv. koutové zářiče, z nichž se budou tvořit optické piko-buňky. Pro dosažení velkých přenosových rychlostí se musí především odstranit disperze světelného signálu a to segmentací přijímače, volbou vhodné modulace a použitím více vlnových délek.

Klíčová slova: bezdrátové optické sítě, piko-buňkové sítě, infračervené záření, difúzní světlo

1 Úvod

Světlo, které ve vláknové technice už dokázalo svou přenosovou sílu, nyní hledá uplatnění v rychlých bezdrátových komunikacích, kde se optické směrové spoje již osvědčily a napevno usadily. Ovšem nesměrové linky pracující v blízkosti infračerveného záření v současnosti procházejí velkým vývojem hlavně pro uplatnění v bezdrátových vnitřních lokálních sítích.

Optický signál oproti radiovému poskytuje spektrum neregulované a nelicencované a s faktem, že světlo neprochází přes zdi nebo neprůhledné překážky, umožňuje použití jedné infračervené linky ve všech místnostech budovy bez interference. Optická bezdrátová síť se zdrojem difúzního světla využívá odrazů světelných paprsků od zdí a dalších povrchů uvnitř oblasti k získání optického prostoru. Takové pokrytí je odolné proti vlivu překážek, ale vícenásobné dráhy mezi zdrojem a přijímačem způsobuje disperzi kanálu a tedy limituje jeho šířku pásma. Přenosové rychlosti jednotek Mbit/s jsou relativně imunní proti problémům se zpožděním jednotlivých paprsků.

Obecně musí být optické systémy regulovány hygienickými předpisy. Typická optická WOLAN pracuje v blízké infračervené oblasti (mezi 700 – 1000 nm), kde optické zdroje a detektory jsou levné a omezení jsou relativně přísná. Ve větších vlnových délkách (nad 1500 nm) jsou regulace méně svazující, ale je k dispozici pouze omezený počet vhodných zdrojů.

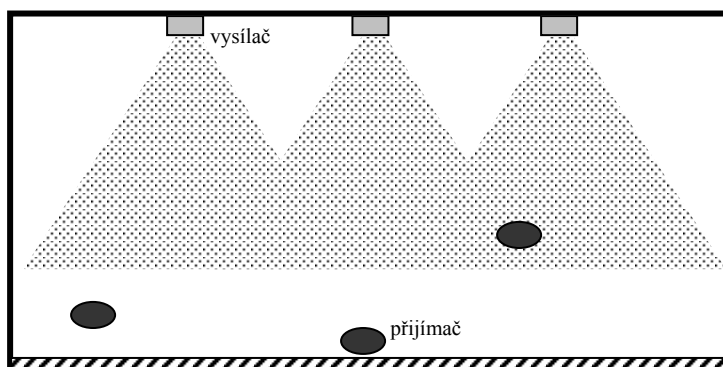
Jedním z důležitých a základních faktorů je zkoumání rovnoměrného a dostatečného pokrytí místnosti optickým signálem, kterému se níže věnujeme i s popisem experimentálních postupů a získaných výsledků (současně se pracuje na matematickém modelu, který by měl sloužit k porovnávání výsledků praktických a teoretických). Distribuce světla závisí na několika vlastnostech, jako citlivost a segmentace přijímače, segmentace vysílače, počet jeho segmentů, směrování a umístění v prostoru, vlastnosti povrchů zdi a překážek (např. nábytek).

2 Způsob distribuce světelného záření

Prvním krokem zkoumání bylo navrhnout způsob optimální distribuce světelného signálu do prostoru (umístění a počet difúzních zdrojů). Jsou dva základní druhy distribuce světla:

2.1 Distribuce optického signálu seshora

Difúzní zdroje jsou rozmístěny na stropě a pro dobré pokrytí je zapotřebí několika zdrojů. Každý z nich vysílá jen do určité části místnosti a sousedící se svými vyzařovacími charakteristikami překrývají (Obr. 1.). V tomto případě vzrůstá náročnost obsluhy a náklady na instalaci, ovšem výhodou je, že zdroj světla může být současně vysílačem i přijímačem, vysílací výkony pevných (na stropě) i mobilních záříčů jsou menší z důvodu jejich vzájemně kratších vzdáleností a s možností existence přímých paprsků.

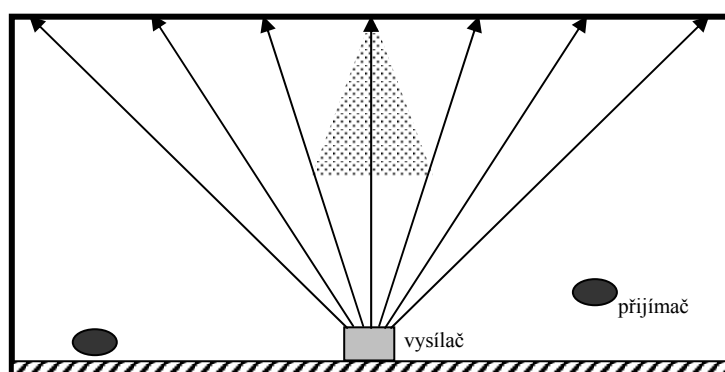


Obr. 1. Distribuce optického signálu seshora.

2.2 Distribuce optického signálu zespodu

Jeden difúzní vysílač je umístěn blízko nad podlahou a nasměrován vyzařovací charakteristikou k celé ploše stropu [7]. Vyzařované paprsky světla se od stropu dobře odrazí (s předpokladem běžně bílého stropu) a rozptylují, čímž se dosahuje jako by

velkého počtu zdrojů na stropě (Obr. 2.). Výhoda – jeden centrální zdroj záření, menší náklady a snadnější řízení. Nevýhoda – problém s opačným přenosem dat od uživatele k vysílači a větší nebezpečí zaclonění centrálního zdroje záření bytovou překážkou.



Obr. 2. Distribuce optického signálu zesponu.

3 Popis modelu a metody měření

Měření bylo prováděno v modelové místnosti o rozměrech (145 x 100 x 90 cm) obdélníkového půdorysu. Podlaha měla stálou a nízkou odrazivost 0,08 (černá textilní látka), strop zase vždy stejnou a vysokou odrazivost 0,75 (polystyrén na jehož povrchu docházelo k odrazu s rozptylem) a odrazivost vnitřních stěn i vložených překážek byla modifikována pro jednotlivá měření buď na 0,08 nebo 0,75. Jako zdroje záření se použilo komerčních LED diod s vlnovou délkou kolem 700 nm. Proud diodami se v dílčích sadách měření neměnil. Přijímač OPT210 (monolitická fotodioda a zesilovač) byl namířen snímací plochou kolmo ke stropu a postupným posuvem po podlaze místnosti se získával obraz o rozložení intenzity světla, která je vyjádřena úrovní napětí na výstupu detektoru v milivoltech.

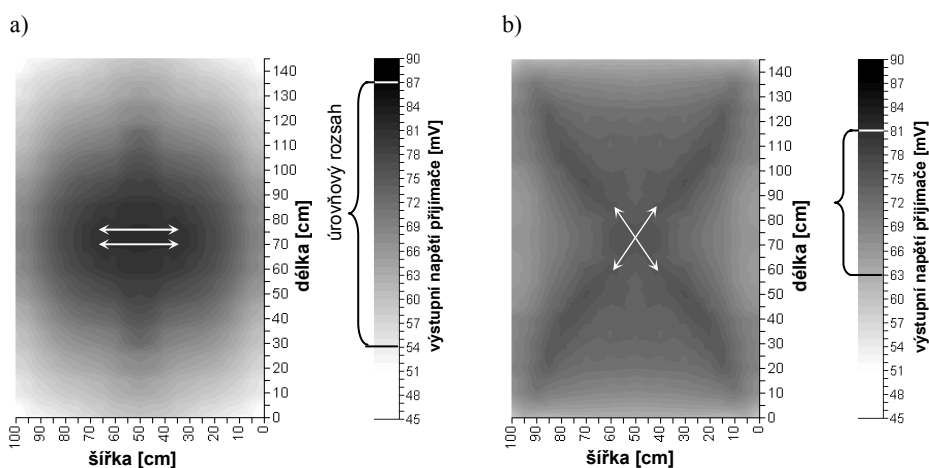
4 Výsledky experimentálních měření

Experimenty začaly s jedno-segmentovým (jedna LED dioda) zdrojem světelného záření s centrovanou pozicí na střed stropu a postupně byl zdroj modifikován na více-segmentový s různou polohou a směřováním jednotlivých segmentů. Z dosažených výsledků se pak určily další kroky pro návrh a umístění zdrojů, které se posunuly do blízkosti rohů na stropě a jsou tvořeny několika segmenty společně s koutovým odražečem. Tato varianta pokrytí prostoru optickým signálem se prozatím jeví jako nejvhodnější.

4.1 Grafické znázornění některých měření

Níže je zobrazeno několik příkladů měření v podobě plošných grafů intenzit osvětlení podlahy.

[1] V prvních grafech je zdroj umístěn uprostřed stropu a skládá se ze čtyř segmentů, které mají vždy stejný vertikální úhel od stropu 30° . Horizontální úhly dvou sousedních emitujících zdrojů se postupně a symetricky měnily od 0° po 180° , jak naznačují bílé čáry na obrázcích. Vnitřní stěny a strop mají dobrou odrazivost 0,75 a podlaha špatnou 0,08. Vybrané grafy ukazují nejhorší variantu (Obr. 3.a) a nejlepší variantu (Obr. 3.b) směřování segmentů.

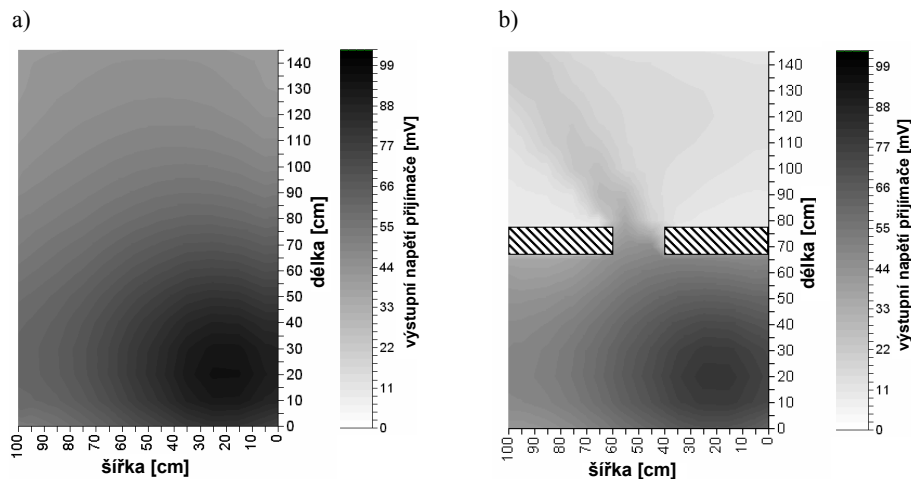


Obr. 3. Dynamika pokrytí čtyř-segmentovým zdrojem. *a)* s nejhorším směřováním segmentů. *b)* s nejvhodnějším směřováním segmentů.

Segmenty difúzního zdroje namířené do rohů nebo do blízkosti rohů místnosti zajistí nejrovnoměrnější osvětlení. Toto ukazuje na vlastnost, že pokud se světlo odráží od vzdálenějších stěn a dopadá na stěny pod co největším úhlem, pak dochází k nejlepšímu pokrytí plochy místnosti.

Z těchto poznatků se navrhlo měření s jedním zdrojem umístěným na stropě přímo v blízkosti rohu [2]. Pro širší pokrytí se zdroj záření opatřil rozptylovým koutovým odražečem. Vybrané grafy ukazují úroveň pokrytí v místnosti bez vložených překážek (Obr. 4.a) a se dvěma překážkami (Obr. 4.b) o rozměrech $40 \times 10 \times 55$ cm a odrazivosti 0,08. Vnitřní stěny a strop mají dobrou odrazivost 0,75 a podlaha špatnou 0,08. V grafech je v obou případech zdroj dole vpravo.

Výhoda tohoto způsobu je velmi dobré pokrytí rohu místnosti, ovšem při vložení překážek může dojít až k úplnému zatlumení signálu v některých oblastech. Pak nezbyvá než zvětšit počet vysílačů např. do každého rohu jeden zdroj.



Obr. 4. Dynamika pokrytí jedním rohovým zdrojem. a) bez překážek. b) s dvěma překážkami.

5 Závěr

Prozatímni výsledky ukázaly, že správnou cestou může být umístění zdroje do koutu místnosti s patřičným rozptylem. Další měření se už budou realizovat pro prověření této teorie v reálné místnosti s použitím citlivějšího fotodetektoru a přenosem dat a případně se i stanoví velikosti optické piko-buňky.

Řešení tohoto projektu je obsáhlé, a proto se kolektiv jednoho člena letošním školním rokem rozšiřuje na pět. Našimi dalšími body zkoumání bude kromě distribuce optického signálu, synchronizace a stabilita vysokofrekvenčních optických zdrojů, volba modulace přenášených dat, zvýšení přenosové rychlosti na desítky až stovky Mbit/s a to hlavně segmentací přijímače a použitím několika vlnových délek současně.

Reference

1. D. Dubčák, V. Vašínek. Dynamics of Coverage in Optical Diffuse Indoor Networks for Different Segments Routing of the Optical Source, *Research in Telecommunication Technology 2003*. Bratislava, Slovak Republic, 2003. ISBN 80-227-1934-X.
2. D. Dubčák, V. Vašínek. Influence of the obstacles on the luminosity distribution in optical pico-cells. *9th International Symposium on Microwave and Optical Technology*. Ostrava, Czech Republic, 2003. Tiskne se.

3. D. Dubčák, V. Vašínek. Kvazi-optické pikobuňkové sítě - struktura a limity. *8. mezinárodní vědecká konference COFAX-Telekomunikacie 2002*. Bratislava, 2002. ISBN 80-967019-5-9
4. D. Dubčák, V. Vašínek. Proposal of Receivers for Diffuse Indoor Optical Wireless Networks. *Research in Telecommunication Technology, RTT 2002*. Žilina, Slovak Republic, September 2002. ISBN 80-7100-991-1
5. D. Dubčák. Použití infračerveného a laserového světla ve vnitřních bezdrátových komunikacích. *5. seminář Katedry elektroniky a telekomunikační techniky*, Ostrava, listopad 2002. ISBN 80-248-0212-0
6. D. Dubčák, V. Vašínek. Vliv segmentace zdroje optického signálu na dynamiku vykrytí prostoru v optických difúzních sítích. *9. mezinárodní vědecká konference COFAX-Telekomunikacie 2003*. Bratislava, 2003.
7. M. Kavehrad, S. Jivkova. Indoor Broadband Optical Wireless Communications: Optical Subsystems Designs and Their Impact on Channel Characteristics. *IEEE Optical Wireless Communications, April 2003*. 1536-1284/03

Grant:

Optické pikobuňkové sítě s difúzním šířením světla

Řešitel: David Dubčák, Spoluřešitel: Vladimír Vašínek

Rok řešení: 2003

Annotation.

Indoor diffuse optical communications: light distribution

Non-directed, near-infrared radiation is an attractive transmission medium for wireless indoor local area networks. Advantages offered by infrared over radio include the availability of a virtually unlimited, unregulated spectrum, and the fact that infrared radiation does not pass through walls or other opaque barriers. Since it is possible to operate at least one infrared link in every room of a building without interference, the potential capacity of an infrared-based indoor network is extremely high.

In Wireless Optical LANs is one of important factor inquiry into equable and sufficient coverage in the room by optical signal. The light distribution depends on several features, as sensitivity and segmentation of the receiver, segmentation of the transmitter, number of its segments, routing and location in the space, properties of the pico-cell surfaces and obstacles deploying in premises and their surface properties.

This paper presents implementation several experimental measurements of light distribution in Wireless Optical LANs inside a model room. It describes and evaluates adventitious of results. We chose sources for the next solution in real space and with data transmission, which will be set in the corner on the ceiling and will have particular reflective surfaces.