

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 02.07.2015
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 24.08.2016
(Věstník č. 34/2016)

2015-458

(13) Druh dokumentu: **A3**

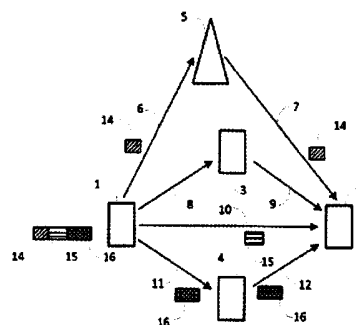
(51) Int. Cl.:

H04W 76/02 (2009.01)

(71) Prihlašovateľ:
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta
elektrotechnická, Praha 6, CZ

(72) Původce:
doc. Ing. Zdeněk Bečvář, Ph.D., Strakonice, CZ
Ing. Pavel Mach, Ph.D., Žďár nad Sázavou, CZ
Alaa Almoustafa, Praha 6, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03
Chotutice



(54) Název přihlášky vynálezu:
Způsob komunikace v mobilních buňkových sítích s výběrem rádiové přenosové cesty

(57) Anotace:
Při novém způsobu komunikace v mobilních buňkových sítích se vysílaná data (13) před odesláním rozdělí minimálně na dva menší bloky (14, 15, 16), které se přenášejí přes minimálně dvě různé rádiové přenosové cesty. Alespoň jedna tato cesta přeposlá data napřímo mezi prvním terminálem (1) a druhým terminálem (2) s využitím alespoň jednoho retranslačního terminálu (3, 4). Velikost bloku dat přenášeného přes každou z přenosových cest se volí na základě zjištěné dostupné přenosové kapacity rádiových kanálů v rámci jednotlivých rádiových přenosových cest a/nebo energie spotřebované přenosem dat přes danou rádiovou přenosovou cestu a/nebo se data rozdělí na základě úrovně důvěryhodnosti jednotlivých retranslačních terminálů a/nebo na základě chybivosti jednotlivých úseků rádiových přenosových cest a/nebo na základě zpoždění způsobeného přenosem dat přes jednotlivé úseky rádiových přenosových cest a/nebo na základě váhované kombinace všech uvedených metrik. Váha každé z těchto metrik se odvolí z požadavků uživatele a/nebo provozovatele sítě.

CZ 2015 - 458 A3

Způsob komunikace v mobilních buňkových sítích s výběrem rádiové přenosové cesty

Oblast techniky

Předmět vynálezu se zabývá způsobem přenosu dat mezi terminály v mobilních buňkových sítích s výběrem rádiové přenosové cesty.

Dosavadní stav techniky

V buňkových sítích jako jsou například GSM, UMTS nebo LTE, probíhá komunikace mezi vysílajícím terminálem a přijímajícím terminálem zpravidla přes základnovou stanici. K přijímající stanici mohou být data poslána i přes více základnových stanic spolupracujících dohromady za účelem zefektivnění přenosu dat. Vyslání dat může být realizováno za pomoci více antén na vysílací a/nebo přijímací straně. Tento způsob komunikace se nazývá MIMO, Multiple-Input Multiple-Output. K takovému vysílání dat je nutné zjistit informace o stavu kanálu CSI, Channel State Information. Způsob získání CSI je popsán v US²⁰¹¹⁰²²²⁶²⁵. Komunikace MIMO mezi jedním nebo více uživateli zohledňuje kvalitu kanálu a množství dat k odeslání, jak je uvedeno v US⁷⁹⁴¹¹⁸⁶. Tento způsob komunikace vysílá data přes více cest a data kóduje za účelem zvýšení kapacity nebo diverzity. Předpokládá se však pouze komunikace mezi terminálem a základnovou stanicí a neuvažuje se možnost přímé komunikace mezi dvěma terminály bez základnové stanice.

Další možností komunikace je poslat data přímo mezi terminály bez přeposílání přes základnovou stanici. Tento způsob komunikace, nazývaný D2D komunikace, device-to-device, vyžaduje zjištění stavu komunikačního kanálu mezi vysílajícím a přijímajícím terminálem pro účely nastavení parametrů D2D komunikace, například vysílací výkon, jak je popsáno v US²⁰¹⁴⁰³⁷⁸¹⁵⁰ nebo v WO^{2014/160765A1}. Data mohou být mezi vysílajícím a přijímajícím terminálem přeposílána i pokud je každý terminál v oblasti pokrytí jiné základnové stanice, viz řešení uvedené v US²⁰¹⁵⁰⁰¹⁶³⁵⁸. Terminál může také sloužit jako retranslační zařízení, které přeposílá komunikaci mezi vysílajícím a přijímajícím terminálem, což popisuje dokumenty US⁹⁰¹⁹⁸⁴¹ a US²⁰¹⁵⁰⁰⁴⁵⁰³³.

Retranslační terminál může přeposílat data k přijímajícímu terminálu, který je v oblasti obsluhované stejnou základnovou stanicí jako vysílající terminál, v oblasti pokryté jinou základnovou stanicí než ve které se nachází vysílající terminál, viz dokument US20150016358, nebo může být v oblasti bez pokrytí signálem mobilní sítě, nebo v oblasti, kde kvalita signálu není dostatečná pro komunikaci se základnovou stanicí a proto jsou data posílána přes retranslační terminál do jiné sítě nebo k jiné základnové stanici, jak je popsáno v US2014079218A. Všechna existující řešení vždy vybírají pro vysílání/příjem dat pouze jednu cestu, a to přes základnovou stanicí, přes retranslační stanici, přímo mezi zařízeními D2D komunikací nebo uvažují kooperaci při vysílání/příjmu dat pouze mezi základnovými stanicemi. Pro výběr retranslační stanice nebo cesty se využívá znalosti šířky pásma, viz například US20150016358, kvality komunikačního kanálu, viz EP2043274B1 a US2014079218A nebo počtu uživatelů a množství dat, které chtějí uživatelé odeslat, viz US7941186. Všechny známé způsoby D2D komunikace vždy uvažují využití pouze jedné konkrétní přenosové cesty zvolené podle zvolené metriky, což může vést k neefektivnímu využívání přenosových prostředků.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje způsob komunikace v mobilních buňkových sítích s výběrem rádiové přenosové cesty podle předkládaného řešení. Podstatou je, že vysílaná data se před odesláním rozdělí minimálně na dva menší bloky, které se přenášejí přes minimálně dvě různé rádiové přenosové cesty. Alespoň jedna z těchto cest musí využít D2D komunikaci, a to buď napřímo mezi prvním a druhým terminálem nebo přes alespoň jeden retranslační terminál. Počet bloků je minimálně roven počtu použitých rádiových přenosových cest. Velikost jednotlivých bloků přenášených přes každou z přenosových cest se volí na základě zjištěné dostupné přenosové kapacity rádiových kanálů v rámci jednotlivých rádiových přenosových cest a/nebo energie spotřebované přenosem dat přes danou rádiovou přenosovou cestu skládající se z energie spotřebované na vysílání i příjem dat všemi terminály včetně terminálů retranslačních a/nebo se data rozdělí na základě důvěryhodnosti jednotlivých retranslačních terminálů a/nebo na základě chybovosti jednotlivých úseků rádiových přenosových cest a/nebo na základě zpoždění způsobeného přenosem dat přes jednotlivé úseky rádiových přenosových cest a/nebo na základě váhované kombinace

kapacity, spotřebované energie, důvěryhodnosti, chybovosti a zpoždění, přičemž váha každé z těchto metrik se odvodí z požadavků uživatele a/nebo provozovatele sítě.

Rozdělení dat na jednotlivé bloky může být realizováno centralizovaně základnovou stanicí nebo distribuovaně každým vysílajícím terminálem. K rozhodnutí o rozdělení dat a určení velikostí jednotlivých bloků dochází, když terminál žádá přidělení rádiových prostředků pro přenos dat a/nebo v případě, že dojde ke změně některé z metrik vyjmenovaných pro volbu velikosti jednotlivých menších bloků. Toto rozdělení dat mezi přenosové cesty v jednotlivých časových intervalech je buď naprosto nezávislé a rozdělení v jednom časovém intervalu neovlivňuje rozhodnutí v dalších časových intervalech nebo může být v jednotlivých časových intervalech závislé, a pak se pro každý časový interval zohledňuje i rozdělení dat v předchozích intervalech.

V jednom možném provedení se pro přenos dat při komunikaci D2D v každém směru nezávisle využijí rádiové prostředky určené pro sestupný nebo vzestupný směr a/nebo spektrum kognitivně sdílené mezi operátory.

Je výhodné, když se pomocí kognitivního rádia průběžně sleduje úroveň rušení na jednotlivých rádiových přenosových cestách a na základě jejího vyhodnocení se zvolí velikost bloků přenášených dat a odpovídající rádiová přenosová cesta.

V dalším možném provedení jsou jednotlivé bloky dat kombinovány, kódovány a posléze se přes každou cestu přenáší kombinace původního bloku dat určeného pro danou cestu a redundantní část dat obsahující kódovanou kombinaci dat přenášených přes jiné cesty.

Výhodou nového způsobu komunikace v buňkových sítích je, že umožňuje efektivní rozdělení dat do více přenosových cest, a tím je možné zvýšit kvalitu služby a/nebo snížit spotřebu komunikujících terminálů.

Objasnění výkresů

Způsob komunikace v buňkových sítích bude dále popsán pomocí přiložených výkresů. Na Obr. 1 je uveden běžný způsob komunikace, jak je dosud používán. Na Obr. 2 je uvedeno rozdělení dat do bloků pro vícecestný přenos podle nového způsobu. Obr. 3 znázorňuje nový způsob přenosu dat přes více cest s využitím D2D komunikace.

Příklady uskutečnění vynálezu

V popisovaných příkladech je první terminál 1 považován za vysílající a druhý terminál 2 za přijímající, ale jejich role se mohou vyměnit během komunikace. Komunikace mezi prvním terminálem 1 a druhým terminálem 2 probíhá v běžném případě přes základnovou stanici 5, viz Obr. 1. Komunikace mezi prvním terminálem 1 a druhým terminálem 2 může probíhat i přímo mezi nimi, tak zvanou D2D komunikací, nebo přes jiný retranslační terminál, zde například přes první retranslační terminál 3 nebo přes druhý retranslační terminál 4, nebo přes více retranslačních terminálů. Při komunikaci přes první retranslační terminál 3 nebo přes druhý retranslační terminál 4 může být pro vzestupný směr, tedy od prvního terminálu 1 k druhému terminálu 2, i pro sestupný směr od druhého terminálu 2 k prvnímu terminálu 1, zvolena libovolná kombinace retranslačních terminálů 3, 4, základnové stanice 5 a přímé komunikace D2D. Poslání dat 13 je realizováno od prvního terminálu 1 k druhému terminálu 2 zvoleným způsobem podle požadavků na kvalitu komunikace reprezentované například silou signálu. Je ale uvažováno poslání celého bloku dat 13 pouze jednou z možných cest. To znamená přes první cestu 6, základnovou stanici 5 a druhou cestu 7, nebo přes třetí cestu 8, první retranslační terminál 3 a čtvrtou cestu 9, nebo přímou pátou cestou 10, nebo přes šestou cestu 11, druhý retranslační terminál 4 a sedmou cestu 12.

V navrhovaném řešení jsou data 13 vysílána od prvního terminálu 1 k druhému terminálu 2, nebo opačně, rozdělena na menší bloky, v uvedeném příkladu na Obr. 2 a na Obr. 3 na tři bloky, a to na první blok 14, druhý blok 15 a třetí blok 16, podle kvality všech dostupných rádiových přenosových cest včetně cest přes první retranslační terminál 3 a druhý retranslační terminál 4, případně další retranslační terminály tak, aby byla minimalizována cílová metrika, například zpoždění či doba trvání přenosu dat, nebo kombinace cílových metrik. Každý blok je pak odeslán přes odpovídající zvolenou cestu. Například první blok 14 je poslán přes první cestu 6 a přes druhou cestu 7, druhý blok 15 přes pátou cestu 10, a třetí blok 16 přes šestou cestu 11 a přes sedmou cestu 12, jak je uvedeno v Obr. 3.

Alespoň jednou ze zvolených rádiových přenosových cest se data přeposílají prostřednictvím D2D komunikace buď napřímo mezi prvním terminálem 1 a druhým terminálem 2 nebo přes první retranslační terminál 3 nebo přes druhý retranslační terminál 4. Počet bloků je minimálně roven počtu použitých rádiových přenosových

cest a velikost jednotlivých bloků přenášených přes každou z přenosových cest se volí na základě kombinace zjištěné dostupné přenosové kapacity rádiových kanálů v rámci jednotlivých rádiových přenosových cest a/nebo energie spotřebované přenosem dat přes danou rádiovou přenosovou cestu skládající se z energie spotřebované na vysílání i příjem dat všemi terminály včetně terminálů retranslačních a/nebo se data rozdělí na základě úrovně důvěryhodnosti jednotlivých retranslačních terminálů a/nebo na základě chybovosti jednotlivých úseků rádiových přenosových cest a/nebo na základě zpoždění způsobeného přenosem dat přes jednotlivé úseky rádiových přenosových cest a/nebo na základě váhované kombinace kapacity, spotřebované energie, důvěryhodnosti, chybovosti a zpoždění, přičemž váha každé z těchto metrik se odvodí z požadavků uživatele a/nebo provozovatele sítě.

Rozdělení dat na menší bloky 14, 15, 16 může být realizováno centralizovaně základnovou stanicí 5 nebo distribuovaně každým vysílajícím terminálem, například prvním terminálem 1, který chce data vysílat. Pokud je zvolena centralizovaná varianta, tak si základnová stanice 5 musí vyžádat chybějící informace potřebné k rozhodnutí od terminálů 1, 2, 3 a 4, které mohou být do komunikace zapojeny. V případě distribuované varianty musí být veškeré potřebné informace doručeny přímo prvnímu terminálu 1, který rozhodnutí provádí.

K rozhodnutí o rozdělení dat a určení velikostí jednotlivých bloků 14, 15, 16 dochází pokaždé, když první terminál 1 žádá přidělení přenosových prostředků pro přenos dat. Dále je možno rozdělení upravit nebo změnit v případě, že dojde ke změně některé z rozhodovacích metrik, například změna kvality jednoho z rádiových kanálů, která způsobí změnu kapacity kanálu nebo spotřeby energie terminálu. V tomto případě je možné data rozdělovat mezi jednotlivé cesty dynamicky a měnit rozhodnutí v krátkých časových intervalech, typicky například o délce rámce na fyzické přenosové vrstvě, ale je možno zvolit i jinou délku intervalu. Rozdělení dat mezi přenosové cesty v jednotlivých časových intervalech může být naprosto nezávislé, to znamená, že rozdělení v jednom časovém intervalu neovlivňuje rozhodnutí v dalších časových intervalech, nebo závislé, kdy se pro každý časový interval zohledňuje i rozdělení dat v předchozích intervalech. Závislé dělení je vhodné, pokud je žádána vyváženost využití jednotlivých rádiových cest a retranslačních terminálů.

V případě, že je pro výběr přenosové cesty zohledněna spotřeba energie jednotlivých terminálů 1, 2, 3 a 4 podílejících se na přenosu dat, tak je celková spotřebovaná energie počítána jako součet energie spotřebované na vyslání bloku dat a příjem bloku dat přes všechny části přenosové cesty. V Obr. 3 je pro přenos dat mezi prvním terminálem 1 a druhým terminálem 2 přes druhý retranslační terminál 4 energie rovna součtu:

- 1) energie spotřebované druhým retranslačním terminálem 4 na příjem bloku 16 z prvního terminálu 1 a energie spotřebované druhým retranslačním terminálem 4 na vyslání bloku 16 k druhému terminálu 2,
- 2) energie spotřebované prvním terminálem 1 na vyslání bloku 16 k druhému retranslačnímu terminálu 4,
- 3) a energie spotřebované druhým terminálem 2 na příjem bloku 16 z druhého retranslačního terminálu 4.

Pro první terminál 1, druhý terminál 2 a druhý retranslační terminál 4 je energie spotřebovaná na příjem a vysílání bloku 16 násobena koeficientem, který vyjadřuje energetické možnosti jednotlivých terminálů účastnících se přenosu dat, tedy prvního terminálu 1, druhého terminálu 2 a druhého retranslačního terminálu 4, a přání jejich uživatelů. Koeficienty pro násobení energie spotřebované pro příjem i vysílání dat prvním terminálem 1, druhým terminálem 2 a druhým retranslačním terminálem 4 mohou být rozdílné. V případě, že si například uživatel druhého retranslačního terminálu 4 nepřeje participovat na přenosu dat nebo je kapacita baterie druhého retranslačního terminálu 4 na nízké úrovni, tak jsou koeficienty nastaveny tak, aby příslušná přenosová cesta nebyla využita.

Aby byla zajištěna nízká výpočetní složitost algoritmu rozdělení dat do bloků a výběru vhodných cest, tak je možné omezit výpočty pouze na cesty mezi prvním terminálem 1 a druhým terminálem 2, které jsou dostupné přes určitý maximální počet retranslačních terminálů, kdy pro zjednodušení jsou na Obr. 3 uvedeny jen dva, a to první retranslační terminál 3 a druhý retranslační terminál 4. Dále je možné uvažovat komunikaci pouze přes retranslační terminály nebo základnové stanice, které poskytují určitou minimální kvalitu spojení s prvním terminálem 1 nebo s druhým terminálem 2. Kromě toho jsou z rozhodování vyloučeny i komunikační cesty přes

retranslační terminály, které na retranslaci nechtějí nebo nemohou participovat například kvůli stavu baterie.

Pro běžnou komunikaci v buňkových sítích jsou prostředky pro sestupný a vzestupný směr komunikace odděleny v časové nebo frekvenční oblasti. Pro přenos dat při komunikaci D2D v každém směru a pro každou cestu přenosu dat, například pro šestou cestu 11 a pro sedmou cestu 12, přes které se přenáší blok 16 v Obr. 3, se nezávisle využijí rádiové prostředky určené pro sestupný nebo vzestupný směr a/nebo rádiové prostředky kognitivně sdílené mezi operátory. V Obr. 3 se tedy pro přenos dat přes šestou cestu 11 může využít například prostředků dedikovaných v běžné buňkové komunikaci pro směr sestupný, zatímco pro sedmou cestu 12 prostředků určených pro směr vzestupný. Využití kognitivně sdílených prostředků je možné, pokud operátoři sdílí rádiové spektrum. V takovém případě je část spektra nevyužitá jedním operátorem využitelná operátorem jiným pro přenos dat.

Je také možné pomocí kognitivního rádia průběžně sledovat úroveň rušení na jednotlivých rádiových přenosových cestách a na základě jejího vyhodnocení se zvolí velikost bloků přenášených dat a odpovídající rádiová přenosová cesta. Toto se použije například tehdy, když operátoři umožňují vzájemné sdílení spektra a spektrum jednoho z operátorů v dané oblasti není plně využíváno uživateli.

Další možností je, že jednotlivé bloky dat jsou kombinovány, kódovány a posléze se přes každou cestu přenáší kombinace původního bloku dat určeného pro danou cestu a redundantní část dat obsahující kódovanou kombinaci dat přenášených přes jiné cesty.

Průmyslová využitelnost

Navrhovaný způsob komunikace mezi terminály v mobilních buňkových sítích umožňuje zvýšit efektivitu využití rádiového spektra a tím umožní zvýšit dosažitelné přenosové rychlosti v mobilních sítích. Uživatelé mobilních zařízení, například smartphone, tablet, notebook, a podobně, tak mohou přenášet svá data vyšší přenosovou rychlostí. Zároveň je možné navrhované řešení využít k požadovanému rozložení komunikační zátěže, kdy se koriguje množství dat přenášených přes

jednotlivé základnové a retranslační stanice nebo retranslační terminály, a tím dosáhnout nižší spotřeby zařízení v síti včetně terminálů.

PATENTOVÉ NÁROKY

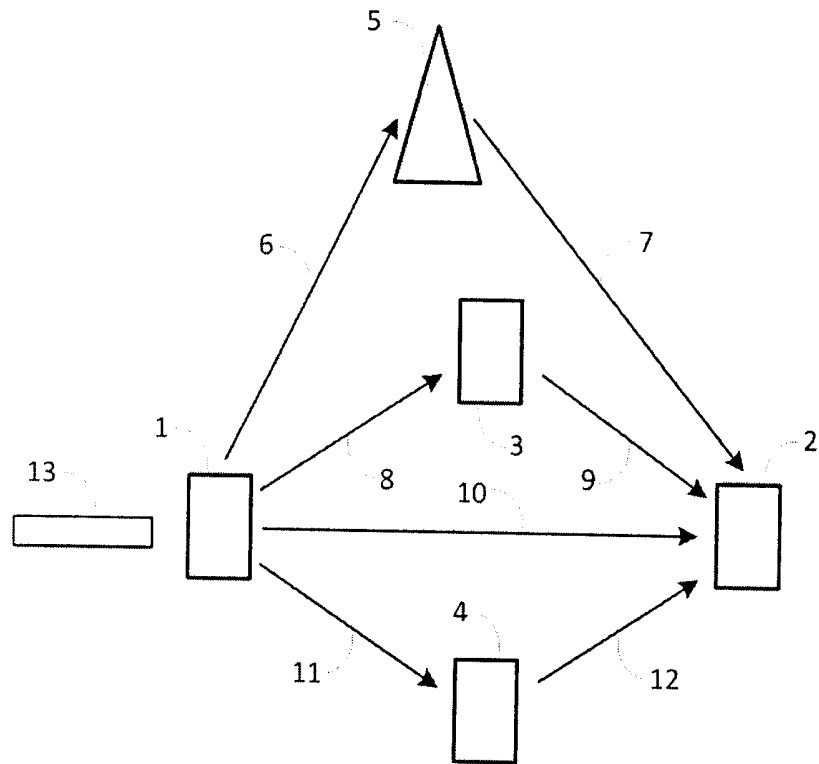
1. Způsob komunikace v mobilních buňkových sítích s výběrem rádiové přenosové cesty, **vyznačující se tím, že** vysílaná data (13) se před odesláním rozdělí minimálně na dva menší bloky (14,15,16), které se přenášejí přes minimálně dvě různé rádiové přenosové cesty, z nichž alespoň pomocí jedné se data přeposílají napřímo mezi prvním terminálem (1) a druhým terminálem (2) prostřednictvím D2D komunikace nebo alespoň přes jeden retranslační terminál (3,4) D2D komunikací, přičemž počet bloků (14,15,16) je minimálně roven počtu použitých rádiových přenosových cest a velikost jednotlivých bloků (14,15,16) přenášených přes každou z přenosových cest se volí na základě zjištěné dostupné přenosové kapacity rádiových kanálů v rámci jednotlivých rádiových přenosových cest a/nebo energie spotřebované přenosem dat přes danou rádiovou přenosovou cestu skládající se z energie spotřebované na vysílání i příjem všech terminálů včetně terminálů retranslačních a/nebo se data rozdělí na základě úrovně důvěryhodnosti jednotlivých retranslačních terminálů a/nebo na základě chybovosti jednotlivých úseků rádiových přenosových cest a/nebo na základě zpoždění způsobeného přenosem dat přes jednotlivé úseky rádiových přenosových cest a/nebo na základě váhované kombinace kapacity, spotřebované energie, důvěryhodnosti, chybovosti a zpoždění, přičemž váha každé z těchto metrik se odvodí z požadavků uživatele a/nebo provozovatele sítě, přičemž k rozhodnutí o rozdělení dat a určení velikostí jednotlivých bloků (14,15,16) dochází, když první terminál (1) žádá o přidělení rádiových prostředků pro přenos dat a/nebo v případě, že dojde ke změně některé z metrik vyjmenovaných pro volbu velikosti jednotlivých menších bloků (14,15,16).
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** pro přenos dat při komunikaci D2D se v každém směru nezávisle využijí rádiové prostředky určené pro sestupný nebo vzestupný směr a/nebo spektrum kognitivně sdílené mezi operátory.
3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím, že** se pomocí kognitivního rádia průběžně sleduje úroveň rušení na jednotlivých rádiových přenosových cestách a na základě jejího vyhodnocení se zvolí velikost bloků (14,15,16) a odpovídající rádiové přenosové cesty.
4. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím, že** jednotlivé bloky (14,15,16) jsou kombinovány, kódovány a posléze se přes každou přenosovou cestu přenáší kombinace původního bloku dat určeného pro danou cestu a

redundantní část dat obsahující kódovanou kombinaci dat přenášených přes jiné cesty.

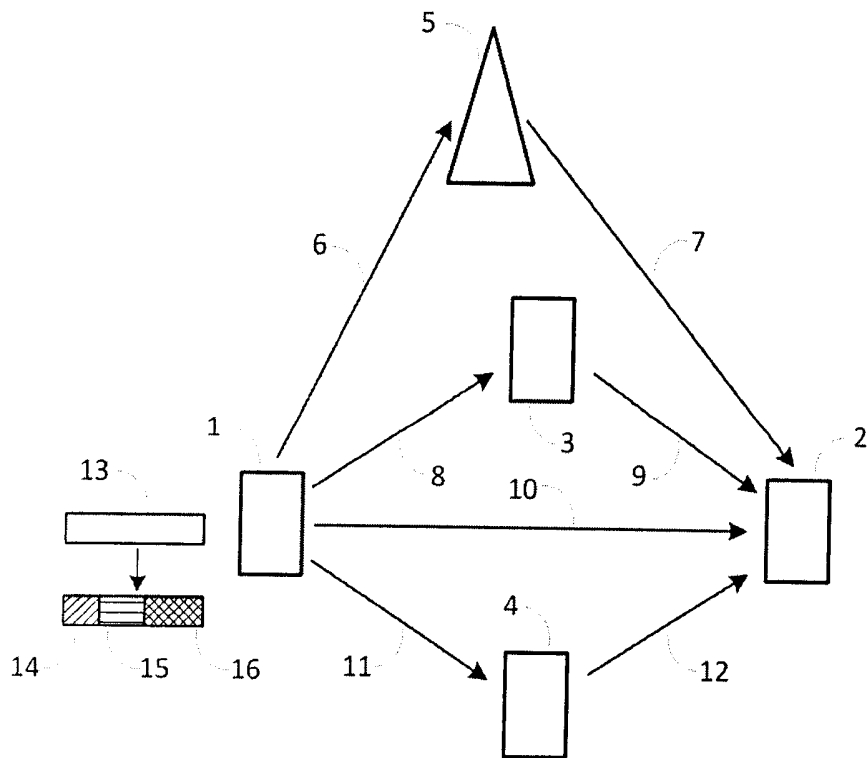
5. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím, že** rozdělení dat na jednotlivé bloky (14, 15, 16) se realizuje centralizovaně základnovou stanicí (5).
6. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím, že** rozdělení dat na jednotlivé bloky (14, 15, 16) se realizuje distribuovaně každým vysílajícím terminálem (1).
7. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím, že** rozdělení dat mezi přenosové cesty v jednotlivých časových intervalech je naprosto nezávislé a rozdělení v jednom časovém intervalu neovlivňuje rozhodnutí v dalších časových intervalech.
8. Způsob podle kteréhokoli z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím, že** rozdělení dat mezi přenosové cesty v jednotlivých časových intervalech je závislé, přičemž se pro každý časový interval zohledňuje i rozdělení dat v předchozích intervalech.

1/2 7/12/2

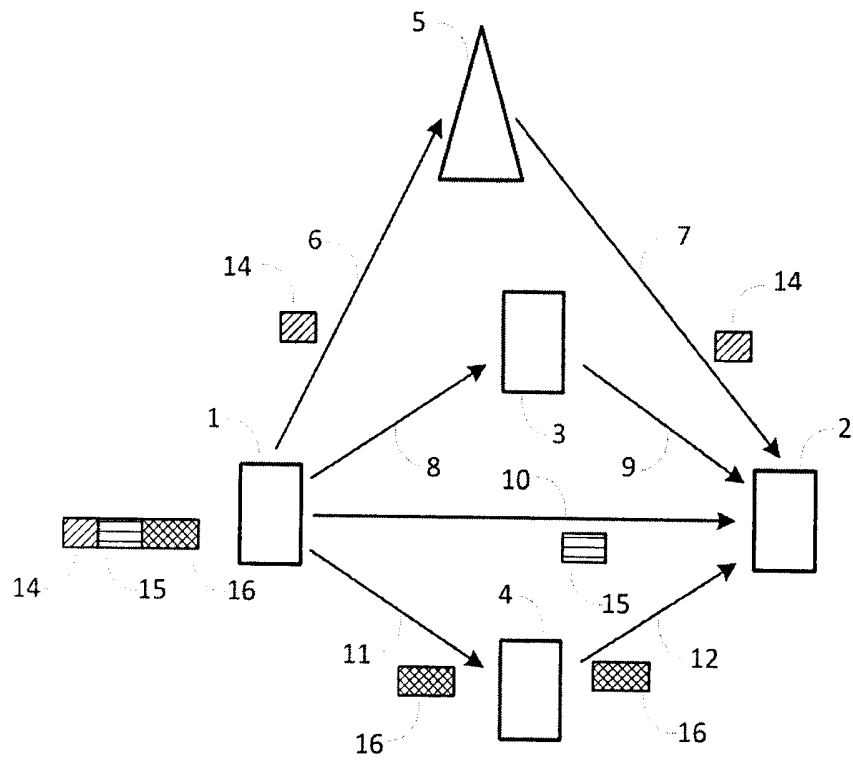
02.07.15
2015-458



OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3