

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Mai 2005 (12.05.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/043834 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04L 12/56

[CN/DE]; Fritz-Meyer-Weg 55b-7-3, 81925 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/052583

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Oktober 2004 (20.10.2004)

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 50 889.9 31. Oktober 2003 (31.10.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

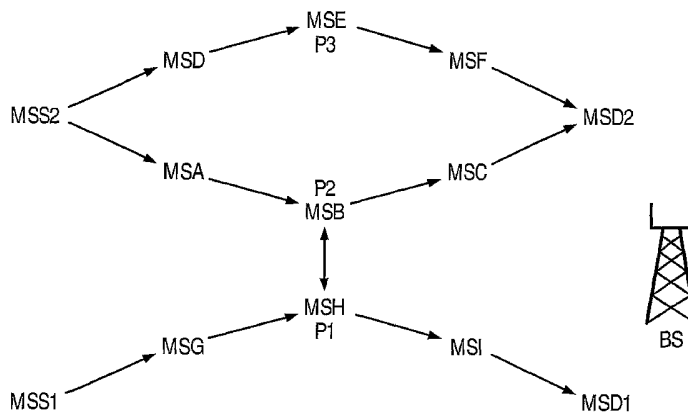
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LI, Hui [DE/DE]; Graslilienanger 11, 80937 München (DE). YU, Dan

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A ROUTING IN AN AD-HOC RADIO COMMUNICATIONS SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINES PFADES IN EINEM ADHOC-FUNKKOMMUNIKATIONSSYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a routing (P1, P2, P3) for radio transmission between a first (MSS1, MSS2) and a second (MSD1, MSD2) radio station of a radio communications system, said system comprising a plurality of additional radio stations (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) in addition to the first (MSS1, MSS2) and the second (MSD1, MSD2) radio stations. The routing (P1, P2, P3) passes through one or several of the additional radio stations (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI), in such a way that information can be transmitted by radio between the first (MSS1, MSS2) and the second (MSD1, MSD2) radio stations via the routing (P1, P2, P3). The system is provided with a radio communication device (BS), which recognises adjacent relationships between the radio stations (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) of the radio communications system. According to the invention, the radio communication device (BS) specifies the routing (P1, P2, P3) in response to a request, taking into consideration information relating to the usage of radio resources at the location of at least one of the additional radio stations (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI). The invention also relates to a network device, to a computer programme for a network device and to a radio station for carrying out said method.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/043834 A2



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Pfades (P1, P2, P3) zur Funkübertragung zwischen einer ersten (MSS1, MSS2) und einer zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation eines Funkkommunikationssystems. Hierbei umfasst das Funkkommunikationssystem neben der ersten (MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation eine Mehrzahl weiterer Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI). Der Pfad (P1, P2, P3) verläuft über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI), so dass Informationen zwischen der ersten (MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation über den Pfad (P1, P2, P3) über Funk übertragbar sind. Es ist eine Einrichtung (BS) vorhanden, welcher Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) des Funkkommunikationssystems bekannt sind. Erfindungsgemäss bestimmt die Einrichtung (BS) auf Anfrage den Pfad (P1, P2, P3) unter Berücksichtigung von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer der weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI). Weiterhin werden eine netzseitige Einrichtung, ein Computerprogrammprodukt für eine netzseitige Einrichtung und eine Funkstation zur Durchführung des Verfahrens beschrieben.

Beschreibung

Verfahren zur Ermittlung eines Pfades in einem Adhoc-Funkkommunikationssystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung eines Pfades in einem Funkkommunikationssystem. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Einrichtung, ein Computerprogrammprodukt und eine Funkstation zur Durchführung des Verfahrens.

10

In Funkkommunikationssystemen werden Informationen (beispielsweise Sprache, Bildinformation, Videoinformation, SMS (Short Message Service), MMS (Multimedia Messaging Service) oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle zwischen sendender und empfangender Funkstation übertragen. Bei den Funkstationen kann es sich hierbei je nach konkreter Ausgestaltung des Funkkommunikationssystems um verschiedenartige teilnehmerseitige Funkstationen, Funkzugangspunkte oder Basisstationen handeln. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen.

15

20

Funkkommunikationssysteme sind oftmals als zellulare Systeme z.B. nach dem Standard GSM (Global System for Mobile Communication) oder UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) mit einer Netzinfrastruktur bestehend z.B. aus Basisstationen, Einrichtungen zur Kontrolle und Steuerung der Basisstationen und weiteren netzseitigen Einrichtungen ausgebildet. Für das zellulare GSM-Mobilfunksystem werden Frequenzen bei 900, 1800 und 1900 MHz genutzt. Die zellularen Mobilfunkkommunikationssysteme übermitteln im wesentlichen Sprache, Telefax und Kurzmitteilungen.

25

30

Außer diesen weiträumig organisierten (supralokalen) zellularen, hierarchischen Funknetzen gibt es auch drahtlose lokale Netze (WLANs, Wireless Local Area Networks) mit einem in der

35

Regel räumlich deutlich stärker begrenzten Funkabdeckungsbe-
reich. Die von den Funkzugangspunkten (AP: Access Point) der
WLANs abgedeckten Zellen sind mit einem Durchmesser von bis
zu einigen hundert Metern im Vergleich zu üblichen Mobilfunk-
5 zellen klein. Beispiele verschiedener Standards für WLANs
sind HiperLAN, DECT, IEEE 802.11, Bluetooth und WATM.

In der Regel wird für WLANs der nicht lizenzierte Frequenzbe-
reich um 2,4 GHz genutzt. Datenübertragungsraten liegen bei
10 bis zu 11 Mbit/s. Künftige WLANs können im 5 GHz Bereich be-
trieben werden und Datenraten von über 50 Mbit/s erreichen.
Somit stehen den Teilnehmern der WLANs Datenraten zur Verfö-
gung, die erheblich höher liegen als diejenigen, die von der
dritten Mobilfunkgeneration (wie z.B. UMTS) angeboten werden.
15 Damit ist für die Übertragung von großen Datenmengen, insbe-
sondere in Verbindung mit Internetzugriffen der Zugriff auf
WLANs für hochbitratige Verbindungen vorteilhaft.

Über die WLAN Funkzugangspunkte kann eine Anbindung an andere
20 Kommunikationssysteme, so z.B. an Breitband-Datennetze (BDN
Broadband Data Networks) erfolgen. Hierzu kommunizieren die
Funkstationen des WLAN entweder direkt mit einem Funkzugangs-
punkt oder bei weiter entfernten Funkstationen über andere
Funkstationen, welche die Informationen zwischen der Funksta-
25 tion und dem Funkzugangspunkt über einen Pfad zwischen der
Funkstation und dem Funkzugangspunkt weiterleiten.

In einem Adhoc-Modus eines Funkkommunikationssystems können
Funkstationen über einen oder mehrere Sprünge (Hop, Multihop)
30 miteinander kommunizieren, ohne dass vermittelnde Einrichtun-
gen wie z.B. Basisstationen oder Funkzugangspunkte zwischen-
geschaltet werden müssen. Beabsichtigt eine Funkstation die
Übertragung von Daten an eine andere Funkstation außerhalb
ihres Funkabdeckungsbereiches, wie es z.B. in einem Adhoc-
35 Modus oftmals der Fall ist, so muss zuerst ein Pfad zwischen
der Funkstation und dem Empfänger der Daten ermittelt werden.
Ein Pfad verläuft über eine oder mehrere Funkstationen, wel-

che Informationen bei einer Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger weiterleiten. Bei den Funkstationen des Pfades handelt es sich somit um jeweils benachbarte Funkstationen, welche direkt über Funk miteinander kommunizieren können.

5

Ein Pfad kann durch verschiedene Verfahren zur dezentralen Pfadermittlung durch Funkstationen ermittelt werden. In der Regel erfolgt hierbei die Versendung einer Vielzahl an Signalisierungsnachrichten, so dass die knappen Funkressourcen durch die Ermittlung des Pfades erheblich beansprucht werden. 10 Alternativ hierzu kann ein Pfad auch durch ein zentral unterstütztes Verfahren zur Pfadermittlung unter Einbeziehung einer zentralen Einrichtung, welcher Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen bzw. die aktuelle Netzwerktopologie bekannt ist, ermittelt werden. Jedoch ist es auch bei einer 15 vollständigen Kenntnis aller Nachbarschaftsbeziehungen durch die den Pfad bestimmende Einrichtung möglich, dass ein solcher Pfad bestimmt wird, welcher aufgrund von Nachrichtenübertragungen über in der Nähe liegende andere Pfade mangelhafte Übertragungseigenschaften aufweist. Diese mangelhaften 20 Übertragungseigenschaften können sich z.B. durch Verzögerungen oder eine schlechte Signalqualität äußern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein zentral unterstütztes Verfahren zur Ermittlung eines positive Übertragungseigenschaften aufweisenden Pfades zwischen zwei Funkstationen eines Funkkommunikationssystems aufzuzeigen. Weiterhin soll eine Einrichtung, ein geeignetes Computerprogrammprodukt für eine solche Einrichtung und eine Funkstation zur Unterstützung des Verfahrens vorgestellt werden. 30

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

35 Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Das Verfahren dient zur Ermittlung eines Pfades zur Funkübertragung zwischen einer ersten und einer zweiten Funkstation eines Funkkommunikationssystems. Hierbei umfasst das Funkkommunikationssystem neben der ersten und der zweiten Funkstation eine Mehrzahl weiterer Funkstationen. Der Pfad verläuft über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen, so dass Informationen zwischen der ersten und der zweiten Funkstation über den Pfad über Funk übertragbar sind. Es ist eine Einrichtung vorhanden, welcher Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen des Funkkommunikationssystems bekannt sind. Erfindungsgemäß bestimmt die Einrichtung auf Anfrage den Pfad unter Berücksichtigung von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer der weiteren Funkstationen.

Die Einrichtung, welche den Pfad bestimmt, kann Bestandteil des gleichen Funkkommunikationssystems, welches auch die Funkstationen umfasst, oder auch eines anderen Kommunikationssystems sein. Bevor die Einrichtung den Pfad bestimmt, wird eine Anfrage zur Pfadbestimmung an sie gerichtet. Diese Anfrage kann insbesondere von der ersten und/oder von der zweiten Funkstation gestellt werden, es ist jedoch auch möglich, dass eine andere Station des Funkkommunikationssystems oder eines anderen Kommunikationssystems eine Anfrage zur Pfadermittlung stellt. Die Anfrage kann hierbei direkt oder über andere die Anfrage weiterleitende Stationen versendet werden. Die Bestimmung des Pfades in der Einrichtung entspricht einer Festlegung, über welche Funkstationen der Pfad verläuft. Zur Bestimmung des Pfades wird ein Kriterium verwendet, welches die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von einer oder von mehreren Funkstationen umfasst. Die Auslastung der Funkressourcen bezieht sich somit auf einen geografischen Bereich, nämlich die nähere Umgebung einer oder mehrerer Funkstationen. Bei den Funkressourcen, deren Auslastung als Kriterium verwendet wird, kann es sich zum Beispiel um einen oder mehrere Frequenzkanäle handeln. Die Informationen über die Auslastung werden vorteilhafterweise

derart berücksichtigt, dass ein Pfad mit einer möglichst geringen Auslastung bestimmt wird. Nach Bestimmung des Pfades kann die Einrichtung Informationen über den bestimmten Pfad insbesondere an die die Anfrage zur Pfadermittlung stellende Station versenden.

In Weiterbildung der Erfindung handelt es sich bei den Informationen über die Auslastung von Funkressourcen um einen Zeitanteil, während welchem mindestens ein Funkkanal belegt oder frei ist. Ein Funkkanal ist aus der Sicht einer Funkstation belegt, wenn er nicht für einen Zugriff bzw. die Versendung von Nachrichten durch die Funkstation verwendet werden kann, da er aktuell z.B. von einer anderen Funkstation benutzt wird oder für diese reserviert ist. Ist der Funkkanal hingegen frei, so steht er der Funkstation für Zugriffe zur Verfügung. Ein Beispiel für die Informationen über die Auslastung ist die Größe „channel busy time“, welche den Anteil der Zeit angibt, während welchem ein Funkkanal belegt ist: misst eine Funkstation zum Beispiel fünf Sekunden lang die Belegung eines Funkkanals, und ist dieser während den fünf Sekunden insgesamt eine Sekunde lang belegt, so beträgt die channel busy time ein Fünftel.

Mit Vorzug bestimmt die Einrichtung den Pfad unter Berücksichtigung von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am jeweiligen Aufenthaltsort einer Vielzahl von Funkstationen. Insbesondere wird die Auslastung der Funkressourcen in der näheren Umgebung von allen bzw. von allen aktiven Funkstationen berücksichtigt. Besonders günstig ist es, wenn die Einrichtung in Bezug auf alle für den zu bestimmenden Pfad zur Verfügung stehende Funkstationen die Nachbarn und den Auslastungsgrad der Funkressourcen kennt.

In Ausgestaltung der Erfindung minimiert die Einrichtung zur Bestimmung des Pfades eine summierte Auslastung von Funkressourcen über Funkstationen, über welche mögliche Pfade verlaufen. Bei einem möglichen Pfad handelt es sich um einen

Pfad zwischen der ersten und der zweiten Funkstation, welcher von der Einrichtung als Pfad bestimmt werden könnte, da Informationen von der ersten zu der zweiten Funkstation über diesen übertragbar sind. Existieren mehrere mögliche Pfade, so kann die Einrichtung eine Auswahl zwischen diesen Alternativpfaden treffen. Hierzu bestimmt sie die Gesamtauslastung von Funkressourcen entlang des Pfades, das heißt sie summiert die einzelnen Auslastungen von Funkressourcen für jede der Funkstationen des möglichen Pfades. Bei mehreren möglichen Pfaden wird vorteilhafterweise der Pfad mit der geringsten Gesamtauslastung von Funkressourcen von der Basisstation bestimmt.

Die Einrichtung kann den Pfad unter Berücksichtigung der Anzahl von Funkstationen, über welche mögliche Pfade verlaufen, bestimmen. Hierbei ist es vorteilhaft, einen Pfad mit einer geringen oder möglichst geringen Anzahl von Sprüngen zu wählen.

Einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung gemäß optimiert die Einrichtung zur Bestimmung des Pfades eine Größe, in welche die Anzahl von Funkstationen, über welche mögliche Pfade verlaufen, und die summierte Auslastung von Funkressourcen über Funkstationen, über welche möglichen Pfade verlaufen, eingeht. In dieser Größe können die Anzahl und der Auslastungsgrad verschieden gewichtet sein. Alternativ oder zusätzlich zum Kriterium der Anzahl von Funkstationen ist auch eine Kombination der Gesamtauslastung der Funkressourcen entlang eines Pfades mit anderen Kriterien möglich.

Mit Vorteil bestimmen Funkstationen Informationen über die Auslastung von Funkressourcen an ihrem jeweiligen Aufenthaltsort und übermitteln diese an die Einrichtung. Die Bestimmung und Übermittlung kann nach Aufforderung durch die Einrichtung erfolgen, oder standardmäßig zum Beispiel in periodischen Zeitabschnitten. Die Bestimmung und Übermittlung der Informationen erfolgt vorteilhafterweise durch alle Funk-

stationen, bzw. durch alle Funkstationen, über welche ein zu bestimmender Pfad verlaufen kann.

Die oben genannte Aufgabe hinsichtlich einer Einrichtung wird
5 durch eine Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist Gegenstand eines Unteranspruchs.

10

Die erfindungsgemäße Einrichtung für ein eine Mehrzahl von Funkstationen umfassendes Funkkommunikationssystem weist Mittel zum Empfangen von mindestens einer Nachricht mit Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer Funkstation auf.

15

Die erfindungsgemäße Einrichtung kann Bestandteil des die Funkstationen umfassenden Funkkommunikationssystems oder auch eines anderen Kommunikationssystems sein. Vorzugsweise weist
20 sie auch Mittel zum Verarbeiten der mindestens einen empfangenen Nachricht auf, und zur Verwendung der empfangenen Informationen bei einer Bestimmung eines Pfades.

20

In Weiterbildung der Erfindung sind die Mittel zum Empfangen
25 so ausgestaltet, dass die mindestens eine Nachricht mit Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer Funkstation von der zumindest eine Funkstation empfangen wird. Insbesondere können derartige Nachrichten von allen Funkstationen des Funkkommunikationssystems empfangen werden.

30

Die oben genannte Aufgabe hinsichtlich der Einrichtung wird weiterhin durch eine Einrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

35

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist Gegenstand eines Unteranspruchs.

Die erfindungsgemäße Einrichtung dient zur Unterstützung der Ermittlung eines Pfades zur Funkübertragung zwischen einer ersten und einer zweiten Funkstation eines Funkkommunikationssystems, wobei das Funkkommunikationssystem neben der ersten und der zweiten Funkstation eine Mehrzahl weiterer Funkstationen umfasst. Der Pfad verläuft über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen, so dass Informationen zwischen der ersten und der zweiten Funkstation über den Pfad über Funk übertragbar sind. Erfindungsgemäß umfasst die Einrichtung Mittel zum Speichern von Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen des Funkkommunikationssystems, und Mittel zum Speichern von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer der weiteren Funkstationen, sowie Mittel zum Bestimmen des Pfades unter Berücksichtigung der gespeicherten Informationen über die Auslastung von Funkressourcen.

Vorzugsweise kann die erfindungsgemäße Einrichtung für jede Funkstation des Funkkommunikationssystems die jeweiligen Nachbarn und die Auslastung von Funkressourcen speichern.

In einer Ausgestaltung der Erfindung sind die Mittel zum Bestimmen des Pfades so ausgebildet, dass zur Bestimmung des Pfades eine Größe optimiert wird, in welche die Anzahl von Funkstationen, über welche mögliche Pfade verlaufen, und die summierte Auslastung von Funkressourcen über Funkstationen, über welche mögliche Pfade verlaufen, eingeht.

Die beiden erfindungsgemäßen Einrichtungen können insbesondere zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei dies auch auf die Unteransprüche zutrifft, eingesetzt werden. Hierzu können sie weitere geeignete Mittel aufweisen. Weiterhin ist die Realisation einer Einrichtung mit den Merkmalen der beiden Einrichtungen gemäß den Ansprüchen 8 und 10 möglich.

Die oben genannte Aufgabe hinsichtlich eines Computerprogrammproduktes wird durch ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

5 Das Computerprogrammprodukt dient zur Unterstützung der Ermittlung eines Pfades zur Funkübertragung zwischen einer ersten und einer zweiten Funkstation eines Funkkommunikationssystems, wobei das Funkkommunikationssystem neben der ersten und der zweiten Funkstation eine Mehrzahl weiterer Funkstationen umfasst. Der Pfad verläuft über eine oder mehrere der
10 weiteren Funkstationen, so dass Informationen zwischen der ersten und der zweiten Funkstation über den Pfad über Funk übertragbar sind. Erfindungsgemäß weist das Computerprogrammprodukt einen Programmschritt der Bestimmung des Pfades unter
15 Berücksichtigung von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer der weiteren Funkstationen auf.

Unter einem Computerprogrammprodukt wird im Zusammenhang mit
20 der vorliegenden Erfindung neben dem eigentlichen Computerprogramm (mit seinem über das normale physikalische Zusammenspiel zwischen Programm und Recheneinheit hinausgehenden technischen Effekt) insbesondere ein Aufzeichnungsträger für das Computerprogramm, eine Dateisammlung, eine konfigurierte
25 Recheneinheit, aber auch beispielsweise eine Speichervorrichtung oder ein Server, auf der bzw. dem zum Computerprogramm gehörende Dateien gespeichert sind, verstanden.

Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt kann insbesondere
30 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer erfindungsgemäßen Einrichtung eingesetzt werden. Hierzu kann es weitere Programmschritte aufweisen.

Die oben genannte Aufgabe hinsichtlich einer Funkstation wird
35 durch eine Funkstation mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

Die erfindungsgemäße Funkstation weist Mittel zum Ermitteln von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort der Funkstation auf, sowie Mittel zum Versenden der ermittelten Informationen an eine netzseitige Einrichtung.

Die netzseitige Einrichtung kann Bestandteil des gleichen oder eines anderen Funkkommunikationssystems wie die Funkstation sein. Die Versendung der ermittelten Informationen an die netzseitige Einrichtung kann direkt oder über andere Funkstationen bzw. Einrichtungen erfolgen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Dabei zeigen

Figur 1: drei Pfade zwischen Mobilstationen eines Funkkommunikationssystems,

Figur 2a: eine erste erfindungsgemäße Basisstation,

Figur 2b: eine zweite erfindungsgemäße Basisstation,

Figur 3: eine erfindungsgemäße Mobilstation.

Das Ausführungsbeispiel betrifft einen Adhoc-Modus eines Funkkommunikationssystems. Gemäß Figur 1 besteht das Funkkommunikationssystem aus den Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI. Die Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI befinden sich innerhalb der Funkzelle einer Basisstation BS eines zellularen Funkkommunikationssystems. Weitere Bestandteile des zellularen Funkkommunikationssystems sind der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Bei dem zellularen Funkkommunikationssystem kann es sich um das gleiche Funkkommunikationssystem handeln, dessen Bestandteile auch die Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI sind, oder

auch um ein anderes Funkkommunikationssystem. Es wird davon ausgegangen, dass die Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI jeweils eine Funkschnittstelle zur Kommunikation untereinander und zur
5 Kommunikation mit der Basisstation BS aufweisen.

Die Mobilstation MSS1 beabsichtigt, eine oder mehrere Nachrichten an die Mobilstation MSD1 zu versenden, während die Mobilstation MSS2 eine oder mehrere Nachrichten an die Mobil-
10 station MSD2 versenden will. Da sich die Mobilstationen MSD1 und MSD2 nicht innerhalb der Reichweite der Mobilstationen MSS1 und MSS2 befinden, muss vor der Übermittlung der Nachrichten ein Pfad zwischen den Mobilstationen MSS1 und MSD1 bzw. MSS2 und MSD2 ermittelt werden. Die Pfadermittlung erfolgt nicht dezentral, sondern wird von der Basisstation BS
15 unterstützt. Hierzu senden die Mobilstationen MSS1 und MSS2 eine Anfrage zur Pfadermittlung an die Basisstation BS, welche einen geeigneten Pfad bestimmt und das Ergebnis an die Mobilstationen MSS1 und MSS2 sendet.

20 Um einen geeigneten Pfad zwischen Mobilstationen bestimmen zu können, kennt die Basisstation BS die Topologie des Netzwerkes der Mobilstationen. Hierzu ermittelt jede Mobilstation ihre Nachbarn und übermittelt Informationen über ihre Nach-
25 barn an die Basisstation BS. Als Kriterium für einen geeigneten Pfad kann die Anzahl der Hops bzw. die Anzahl der Mobilstationen, über welche der Pfad verläuft, verwendet werden. In Figur 1 verläuft ein erster Pfad P1 zwischen den Mobilstationen MSS1 und MSD1 über die Mobilstationen MSG, MSH und
30 MSI. Ein zweiter Pfad P2 zwischen den Mobilstationen MSS2 und MSD2 verläuft über die Mobilstationen MSA, MSB und MSC, während ein dritter Pfad P3 zwischen den gleichen Mobilstationen MSS22 und MSD2 über die Mobilstationen MSD, MSE und MSF verläuft. Der Verlauf der Pfade P1, P2 und P3 ist in Figur 1
35 durch einfache Pfeile zwischen benachbarten Mobilstationen der Pfade P1, P2 und P3 gekennzeichnet.

Da die Basisstation BS den Verlauf der Pfade, über welche Nachrichten versendet werden, festlegt, kann sie die Pfade so bestimmen, dass nicht mehrere Pfade gleichzeitig über eine oder mehrere gleiche Mobilstationen verlaufen. Sonst bestände
5 das Problem, dass es zu einer Verzögerung der Nachrichtenweiterleitung durch eine Überlastung der jeweiligen Mobilstationen, welche Bestandteil mehrerer Pfade sind, käme.

Es wird davon ausgegangen, dass die Basisstation BS in Figur
10 1 der Mobilstation MSS1 den Pfad P1 mitgeteilt hat, so dass der Pfad P1 aktuell zur Versendung von Nachrichten von der Mobilstation MSS1 an die Mobilstation MSD1 verwendet wird. Nun stellt die Mobilstation MSS2 eine Anfrage zur Ermittlung eines Pfades zur Mobilstation MSD2 an die Basisstation BS.
15 Die Basisstation stellt fest, dass hierfür sowohl der Pfad P2 als auch der Pfad P3 zur Verfügung stehen. Beide Pfade P2 und P3 verlaufen über jeweils drei Mobilstationen, so dass das Kriterium der Anzahl der Hops für sich alleine keine sinnvolle Entscheidung über die Auswahl des Pfades ermöglicht. Weiterhin
20 wird keine der Mobilstationen MSA, MSB und MSC des Pfades P2 und auch keine der Mobilstationen MSD, MSE und MSF des Pfades P3 zur Weiterleitung von Nachrichten über einen anderen Pfad verwendet. Auch findet keine Versendung und kein Empfang von Nachrichten durch die Mobilstationen MSA, MSB,
25 MSC, MSD, MSE, MSF statt. Somit liefert auch die Verkehrslast der Mobilstationen MSA, MSB, MSC, MSD, MSE und MSF kein sinnvolles Entscheidungskriterium zur Auswahl des geeigneten Pfades zwischen den Mobilstationen MSS2 und MSD2.

30 Bei einem Funkkommunikationssystem nach dem Standard IEEE 802.11 beruht der Zugriff der Mobilstationen auf das Funkmedium auf einem CSMA (Carrier Sense Multiple Access) Verfahren. Hierbei muss jede Mobilstation, bevor sie versucht, Funkressourcen für die Versendung einer Nachricht für sich zu
35 gewinnen, die Funkressourcen abhören, um festzustellen, ob diese an ihrem Aufenthaltsort bzw. innerhalb ihrer Funkreichweite verwendet werden. Stellt eine Mobilstation fest, dass

die jeweiligen Funkressourcen nicht von einer anderen Mobilstation in ihrer Umgebung verwendet werden, so darf sie auf diese zugreifen.

5 Bei Verwendung eines Standards gemäß IEEE 802.11 können die Mobilstationen MSA, MSB und MSC des Pfades P2 nur dann eine Nachricht von der Mobilstation MSS2 zur Mobilstation MSD2 weiterleiten, wenn sie detektieren, dass die hierfür benötigten Funkressourcen frei sind. Die Mobilstation MSH des Pfades
10 P1 befindet sich in Funkreichweite zu der Mobilstation MSB des Pfades P2, in Figur 1 durch einen Doppelpfeil zwischen den Mobilstationen MSB und MSH symbolisiert. Da aktuell Nachrichten über den Pfad P1 durch die Mobilstationen MSG, MSH und MSI weitergeleitet werden, ist die Wahrscheinlichkeit,
15 dass die Mobilstation MSB des Pfades P2 den Funkkanal belegt vorfindet, groß. Dies führt zu Verzögerungen der Weiterleitung von Nachrichten über den Pfad P2, da die Nachrichten nur dann weitergeleitet werden können, wenn der Funkkanal frei ist. Dies erhöht die Gesamtdauer der Nachrichtenübertragung
20 zwischen den Mobilstationen MSS2 und MSD2 über den Pfad P2.

Die Mobilstationen MSD, MSE und MSF des Pfades P3 hingegen befinden sich nicht innerhalb der Funkreichweite der Mobilstationen MSG, MSH und MSI des Pfades P1. Somit kann eine
25 Nachrichtenübertragung über die beiden Pfade P1 und P3 gleichzeitig stattfinden, ohne dass gegenseitige Störungen bzw. Beeinflussungen des Ablaufs der Nachrichtenweiterleitungen auftreten. Die Basisstation BS bestimmt demnach den Pfad P3 als zur Nachrichtenübertragung zwischen den Mobilstationen
30 MSS2 und MSD2 zu verwendenden Pfad. Zur Bestimmung des Pfades wird somit von der Basisstation BS das Kriterium der Auslastung der Funkressourcen am Aufenthaltsort bzw. in der Umgebung der Mobilstationen der Pfade P2 und P3 verwendet.

35 Um dieses Kriterium anwenden zu können, bestimmen die Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI die Dauer T_b der Belegung des Funkka-

nals während einer Messzeit T_m . Der Quotient $B=T_b/T_m$ kennzeichnet die Auslastung der Funkressourcen an dem jeweiligen Aufenthaltsort der messenden Mobilstation, er wird als channel busy time bezeichnet. Die Bestimmung dieser Auslastung erfolgt gemäß IEEE 802.11 regelmäßig. In die channel busy time geht nicht nur die eigene Belegung von Funkressourcen und somit die Verkehrslast der jeweiligen Mobilstation ein, sondern auch die Verkehrslast der benachbarten Mobilstationen.

10

Das Ergebnis der Bestimmung der channel busy time wird von den Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI periodisch an die Basisstation BS gesendet, welche die bestimmten Auslastungen der Funkressourcen speichert bzw. diese updated. Somit weist die Basisstation BS einen Speicher auf, in welchem für jede Mobilstation MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI die jeweiligen Nachbarn und die ermittelte Auslastung der Funkressourcen abgelegt sind. Im Beispiel der Figur 1 ist der Wert für die Auslastung der Funkressourcen für die Mobilstationen MSS2, MSD2, MSA, MSC, MSD, MSE und MSF gleich Null. Der Mobilstation MSB ist ein Wert größer Null zugeordnet, da diese aufgrund der Benutzung des Pfades P1 eine zeitweilige Belegung des Kanals registriert, welche der Verkehrslast der Mobilstation MSH entspricht. Den Mobilstationen MSS1, MSG, MSH, MSI und MSD1 ist ebenfalls ein Wert größer Null zugeordnet, da Nachrichten von der Mobilstation MSS1 über den Pfad P1 an die Mobilstation MSD1 übertragen werden und diese Mobilstationen somit eine eigene Verkehrslast aufweisen.

30

Die Basisstation kann nun für alle möglichen Pfade zwischen den Mobilstationen MSS2 und MSD2 eine summierte Auslastung der Funkressourcen bilden. Im Beispiel der Figur 1 handelt es sich bei den möglichen Pfaden um die beiden Pfade P2 und P3. Die Gesamtauslastung der Funkressourcen auf einem Pfad wird gebildet, indem die für jede Mobilstation des jeweiligen Pfa-

35

des gespeicherte Auslastung der Funkressourcen summiert wird. Somit ergibt sich für den Pfad P3 ein Wert von Null, da den Mobilstationen MSD, MSE und MSF jeweils ein Wert von Null für die Auslastung der Funkressourcen zugeordnet ist, während für den Pfad P2 ein Wert größer als Null ermittelt wird, da der Mobilstation MSB ein Wert größer Null und den Mobilstationen MSA und MSC ein Wert gleich Null für die Auslastung der Funkressourcen zugeordnet ist. Bei der Auswahl zwischen den Pfaden P2 und P3 wird dann demjenigen Pfad mit der geringsten Gesamtauslastung der Funkressourcen der Vorzug gegeben.

Würde das Kriterium der Gesamtauslastung der Funkressourcen nicht verwendet, so könnte per Zufall zwischen den beiden Pfaden P2 und P3 entschieden werden. Würde der Pfad P2 bestimmt, so hätte dies sowohl negative Auswirkungen auf die Nachrichtenübertragung über den Pfad P2 als auch auf die Übertragungseigenschaften des Pfades P1. Die Mobilstationen MSG, MSH und MSI würden dann im Wettbewerb um die Funkressourcen mit den Mobilstationen MSA, MSB und MSC stehen, während die Funkressourcen in der Umgebung der Mobilstationen MSD, MSE und MSF ungenutzt blieben. Diese Situation entspricht einer ineffizienten Ausnutzung der knappen Funkressourcen.

Besonders vorteilhaft bei der Bestimmung eines Pfades ist die Verwendung eines kombinierten Kriteriums bestehend aus einer Kombination der Kriterien der Anzahl von Hops und der Gesamtauslastung der Funkressourcen entlang eines Pfades. Die beiden Pfade P2 und P3 weisen die gleiche Anzahl an Hops auf, während die Gesamtauslastung der Funkressourcen entlang dem Pfad P2 größer ist. Somit wird von der Basisstation BS der Pfad P3 zur Nachrichtenübermittlung zwischen den Mobilstationen MSS2 und MSD2 bestimmt. Bei der Bildung des kombinierten Kriteriums können die beiden Einzelkriterien der Anzahl von Hops eines Pfades einerseits und der Gesamtauslastung der Funkressourcen entlang des Pfades andererseits verschieden gewichtet werden, so dass z.B. die Gesamtauslastung der Funk-

ressourcen entlang dem Pfad eine größere Rolle spielt als die Anzahl der Hops oder umgekehrt. Zusätzlich oder alternativ zu der Anzahl der Hops können auch weitere Kriterien mit dem Kriterium der Gesamtauslastung der Funkressourcen kombiniert werden.

Während das Verfahren anhand Figur 1 in Bezug auf ein Funkkommunikationssystem beschrieben wurde, in welchem die Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI gleichberechtigt in einem Adhoc-Modus kommunizieren, ist das Verfahren auch auf andere Konstellationen anwendbar, bei welchen ein Pfad zu ermitteln ist. So könnte es sich z.B. bei der Mobilstation MSD2 um einen Funkzugangspunkt eines WLAN handeln, welcher eine Anbindung der Mobilstationen MSS1, MSD1, MSS2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH und MSI an andere Kommunikationsnetze ermöglicht. In dem Fall, dass die Mobilstation MSS2 eine Nachricht an den Funkzugangspunkt senden will, muss zuerst ein Pfad zwischen der Mobilstation MSS2 und dem Funkzugangspunkt ermittelt werden, wozu das erfindungsgemäße Verfahren zum Einsatz kommen kann.

Figur 2a zeigt eine erste erfindungsgemäße Basisstation BS1 mit Mitteln M1 zum Speichern der Netzwerktopologie. Die Mittel M2 dienen der Speicherung der ihr von den Mobilstationen zugesandten Informationen über die Auslastung der Funkressourcen. Unter Verwendung der Mittel M3 bestimmt die Basisstation BS1 einen Pfad zwischen Mobilstationen, wobei als Kriterium die gespeicherten Informationen über die Auslastung von Funkressourcen verwendet werden. Die Mittel M3 ermöglichen auch die Verwendung von kombinierten Kriterien zur Pfadbestimmung. Die Bestimmung des Pfades unter Berücksichtigung von geeigneten Kriterien wird vorzugsweise unter Verwendung eines Computerprogrammproduktes durchgeführt.

Figur 2b zeigt eine zweite erfindungsgemäße Basisstation BS2 mit Mitteln M4 zum Empfangen von einer oder mehreren Nach-

richten mit Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer Mobilstation. Die empfangenen Nachrichten stammen insbesondere von den betreffenden Mobilstationen, deren Umgebung die Auslastung von Funkressourcen betreffen.

Auch eine Kombination der Merkmale der Basisstationen BS1 und BS2 ist möglich. Weiterhin steht der Ansiedlung der beschriebenen Mittel in den Basisstationen BS1 und BS2 eine Lokalisierung der Mittel in einer oder mehreren anderen, mit den Basisstationen BS1 und BS2 verbundenen netzseitigen Einrichtungen gleich.

Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Mobilstation MS mit Mitteln MF1 zum Ermitteln der Auslastung der Funkressourcen in ihrer Umgebung. Die Mittel MF2 dienen zur Versendung der ermittelten Auslastung an eine Basisstation oder eine andere netzseitige Einrichtung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung eines Pfades (P1, P2, P3) zur
Funkübertragung zwischen einer ersten (MSS1, MSS2) und
5 einer zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation eines Funkkommuni-
kationssystems,
wobei das Funkkommunikationssystem neben der ersten
(MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation ei-
ne Mehrzahl weiterer Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD,
10 MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) umfasst,
wobei der Pfad (P1, P2, P3) über eine oder mehrere der
weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF,
MSG, MSH, MSI) verläuft, so dass Informationen zwischen
der ersten (MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2)
15 Funkstation über den Pfad (P1, P2, P3) über Funk über-
tragbar sind,
wobei eine Einrichtung (BS; BS1) vorhanden ist, welcher
Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen (MSS1,
MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH,
20 MSI) des Funkkommunikationssystems bekannt sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtung (BS; BS1) auf Anfrage den Pfad (P1,
P2, P3) unter Berücksichtigung von Informationen über die
Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zu-
25 mindest einer der weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC,
MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) bestimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass es sich bei den Informationen über die Auslastung
von Funkressourcen um einen Zeitanteil handelt, während
welchem mindestens ein Funkkanal belegt oder frei ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
35 dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtung (BS; BS1) den Pfad (P1, P2, P3) un-
ter Berücksichtigung von Informationen über die Auslas-

tung von Funkressourcen am jeweiligen Aufenthaltsort einer Vielzahl von Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) bestimmt.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtung (BS; BS1) zur Bestimmung des Pfades
(P1, P2, P3) eine summierte Auslastung von Funkressourcen
über Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG,
10 MSH, MSI), über welche mögliche Pfade (P1, P2, P3) ver-
laufen, minimiert.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Einrichtung (BS; BS1) den Pfad (P1, P2, P3) un-
ter Berücksichtigung der Anzahl von Funkstationen (MSA,
MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI), über welche mög-
liche Pfade (P1, P2, P3) verlaufen, bestimmt.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einrichtung (BS; BS1) zur Bestimmung des Pfades
(P1, P2, P3) eine Größe optimiert, in welche die Anzahl
von Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG,
25 MSH, MSI), über welche mögliche Pfade (P1, P2, P3) ver-
laufen, und die summierte Auslastung von Funkressourcen
über Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG,
MSH, MSI), über welche mögliche Pfade (P1, P2, P3) ver-
laufen, eingeht.
- 30 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass Funkstationen (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB,
MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) Informationen über die
35 Auslastung von Funkressourcen an ihrem jeweiligen Aufent-
haltsort bestimmen und an die Einrichtung (BS; BS1; BS2)
übermitteln.

8. Einrichtung (BS2) für ein eine Mehrzahl von Funkstationen (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) umfassendes Funkkommunikationssystem, mit
5 Mitteln (M4) zum Empfangen von mindestens einer Nachricht mit Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer Funkstation (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI).
- 10
9. Einrichtung (BS2) nach Anspruch 8, wobei die Mittel (M4) zum Empfangen so ausgestaltet sind, dass die mindestens eine Nachricht mit Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer
15 Funkstation (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) von der zumindest einen Funkstation (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) empfangen wird.
- 20
10. Einrichtung (BS1), insbesondere nach einem der Ansprüche 8 oder 9, zur Unterstützung der Ermittlung eines Pfades (P1, P2, P3) zur Funkübertragung zwischen einer ersten (MSS1, MSS2) und einer zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation eines Funkkommunikationssystems,
25 wobei das Funkkommunikationssystem neben der ersten (MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation eine Mehrzahl weiterer Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) umfasst,
30 wobei der Pfad (P1, P2, P3) über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) verläuft, so dass Informationen zwischen der ersten (MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation über den Pfad (P1, P2, P3) über Funk übertragbar sind,
35 mit Mitteln (M1) zum Speichern von Nachbarschaftsbeziehungen zwischen Funkstationen (MSS1, MSD1, MSS2, MSD2, MSA, MSB,

MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) des Funkkommunikationssystem,

Mitteln (M2) zum Speichern von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer der weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI),

Mitteln (M3) zum Bestimmen des Pfades (P1, P2, P3) unter Berücksichtigung der gespeicherten Informationen über die Auslastung von Funkressourcen.

11. Einrichtung (BS1) nach Anspruch 10, wobei die Mittel (M3) zum Bestimmen des Pfades (P1, P2, P3) so ausgebildet sind, dass zur Bestimmung des Pfades (P1, P2, P3) eine Größe optimiert wird, in welche die Anzahl von Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI), über welche mögliche Pfade (P1, P2, P3) verlaufen, und die summierte Auslastung von Funkressourcen über Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI), über welche mögliche Pfade (P1, P2, P3) verlaufen, eingeht.

12. Computerprogrammprodukt, insbesondere für eine Einrichtung (BS1) nach Anspruch 10 oder 11, zur Unterstützung der Ermittlung eines Pfades (P1, P2, P3) zur Funkübertragung zwischen einer ersten (MSS1, MSS2) und einer zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation eines Funkkommunikationssystem, wobei das Funkkommunikationssystem neben der ersten (MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation eine Mehrzahl weiterer Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) umfasst, wobei der Pfad (P1, P2, P3) über eine oder mehrere der weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) verläuft, so dass Informationen zwischen der ersten (MSS1, MSS2) und der zweiten (MSD1, MSD2) Funkstation über den Pfad (P1, P2, P3) über Funk übertragbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogrammprodukt einen Programmschritt

der Bestimmung des Pfades (P1, P2, P3) unter Berücksichtigung von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort von zumindest einer der weiteren Funkstationen (MSA, MSB, MSC, MSD, MSE, MSF, MSG, MSH, MSI) aufweist.

5

13. Funkstation (MS) in einem weiteren Funkstationen umfassenden Funkkommunikationssystem, mit Mitteln (MF1) zum Ermitteln von Informationen über die Auslastung von Funkressourcen am Aufenthaltsort der Funkstation (MS), und Mitteln (MF2) zum Versenden der ermittelten Informationen an eine netzseitige Einrichtung (BS; BS1; BS2).

10

FIG 1

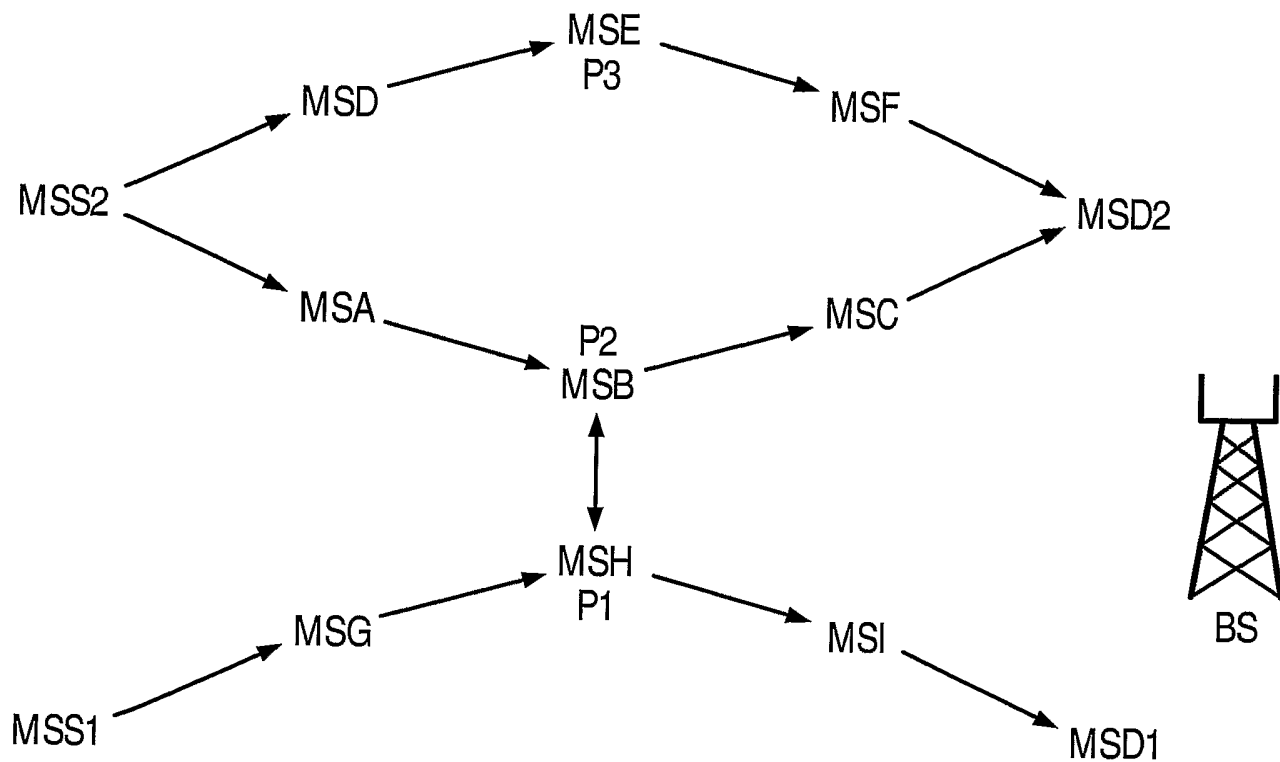


FIG 2a

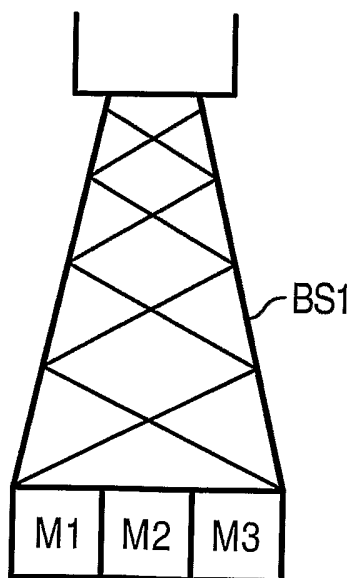


FIG 2b

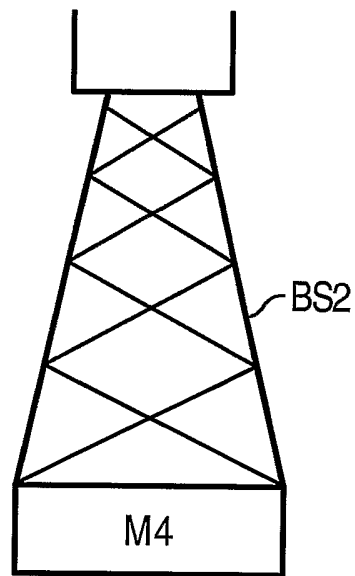


FIG 3

