

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 11 月 22 日(22.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/157519 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 52/28 (2009.01) H04W 72/12 (2009.01)
H04W 16/16 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/062006
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 10 日(10.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
201110137290.0 2011 年 5 月 17 日(17.05.2011) CN
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ(NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 永田 聡(NAGATA, Satoshi) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 山王パークタワー株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). ジャン ユー(JIANG, Yu) [CN/CN]; 100190 北京市海澱区科学院南路 2 号融科资讯中心エイ座 7 層 都科摩(北京)通信技術研究中心内 Beijing (CN). ワン ジン(WANG,

Jinj) [CN/CN]; 100190 北京市海澱区科学院南路 2 号融科资讯中心エイ座 7 層 都科摩(北京)通信技術研究中心内 Beijing (CN). シェ シャオミン(SHE, Xiaoming) [CN/CN]; 100190 北京市海澱区科学院南路 2 号融科资讯中心エイ座 7 層 都科摩(北京)通信技術研究中心内 Beijing (CN). チン ラン(CHEN, Lan) [CN/CN]; 100190 北京市海澱区科学院南路 2 号融科资讯中心エイ座 7 層 都科摩(北京)通信技術研究中心内 Beijing (CN).

(74) 代理人: 青木 宏義, 外(AOKI, Hiroyoshi et al.); 〒1020084 東京都千代田区二番町 4 番 3 二番町カシュービル 7 F Tokyo (JP).

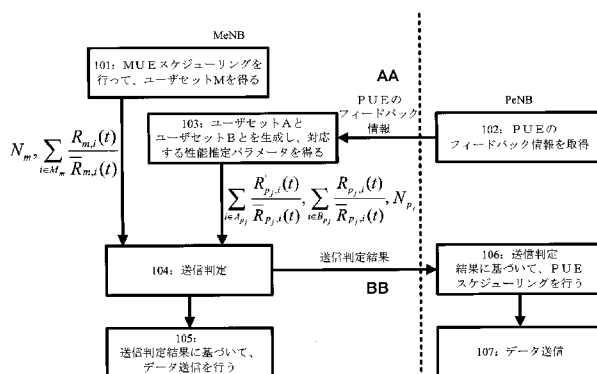
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: INTERCELL INTERFERENCE ADJUSTMENT METHOD IN WIRELESS NETWORK, BASE STATION, AND WIRELESS NETWORK

(54) 発明の名称: 無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法、基地局および無線ネットワーク

[図1]



- 101 Obtain user sets (M) by performing MUE scheduling process
102 Acquire feedback information of PUE
103 Generate user set (A) and user set (B) and obtain corresponding performance estimation parameters
104 Transmission determination
105 Transmit data on the basis of the transmission determination results
106 Perform PUE scheduling process on the basis of the transmission determination results
107 Transmit data
AA Feedback information of PUE
BB Transmission determination results

(57) Abstract: In the present invention, a conventional base station adjusts the intercell interference by: performing a scheduling process on the basis of a set of feedback information from a user of the conventional base station; obtaining the user scheduling result of the conventional base station, said result containing parameters pertaining to the actual transmission characteristics of the conventional base station; acquiring the performance estimation parameters of each low power base station when there is no transmission from the conventional base station to one or more low power base stations and when there is a transmission from the conventional base station; determining the weighted throughput of all transmission points when there is no transmission from the conventional base station and the weighted throughput of all transmission points when there is a transmission from the conventional base station on the basis of the performance estimation parameters and the user scheduling results of the conventional base station; transmission determining the weighted throughput of all transmission points by comparing the weighted throughput of all transmission points; and transmitting data on the basis of the determination results.

(57) 要約:

[続葉有]



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明では、通常基地局が、通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行い、通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる通常基地局のユーザスケジューリング結果を得、1つまたは複数の低電力基地局の通常基地局送信無しの場合、および通常基地局送信有りの場合それぞれでの、各低電力基地局の性能推定パラメータを取得し、前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づき、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して送信判定し、判定結果に基づいてデータを送信することでセル間干渉調整を行う。

明 細 書

発明の名称：

無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法、基地局および無線ネットワーク

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信分野に関し、特に、無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法、基地局および無線ネットワークに関する。

背景技術

[0002] 異種ネットワーク（H e t N e t）は、現在の無線ネットワークカバレッジ技術の発展方向である。異種ネットワークにおいて、2 G、3 Gネットワークに使用される通常基地局（例えば、マクロ基地局（m a c r o e N B）など）を除いて、たくさんの低電力基地局（例えば、ピコ基地局（p i c o e N B）、フェムト基地局（f e m t o e N B）、基地局のリモートラジオヘッド（R R H : R e m o t e R a d i o H e a d）、リレー（R e l a y）、マイクロ基地局（M i c r o e N B）など）も配置されている。これらの低電力基地局は、セルの総スループットとセルのカバー範囲とを向上させることができる。但し、低電力基地局に接続されるユーザは、同一領域をカバーするマクロ基地局からの強い干渉を受けてしまう。従って、異種ネットワークにおいて、強化されたセル間干渉調整技術（e I C I C : e n h a n c e d i n t e r - c e l l i n t e r f e r e n c e c o o r d i n a t i o n）を使用する必要がある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 現在の3 G P P標準化では、e I C I Cに対する研究は、主に、時間領域で通常基地局を開閉することで、通常基地局による低電力基地局のユーザへの干渉を減少することに集中している。例えば、3 G P P R e l . 1 0では、半静的e I C I C技術（s e m i - s t a t i c e I C I C）が集中

的に検討される。該技術は、予め設定された送信パターン (muting pattern) に基づいて、マクロ基地局の開閉状態を制御する。但し、各伝送時間間隔 (TTI, Transmission Time Interval) にとって、固定の送信パターンは、セルの総スループットに対して最適ではない。従って、動的eICIC技術 (dynamic eICIC) が相応に提案されている。但し、動的eICIC技術にとって、現在、異なる送信ポイント (transmission point) または異なる基地局の相違性が考慮されていない。これにより、マクロ基地局による決定が不公平になってしまうおそれがあり、最終的に、動的eICICの性能は比較的悪くなる。

[0004] 本発明では、セル間干渉調整の性能がより良く保障されるように、無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法、基地局および無線ネットワークが提供されている。

課題を解決するための手段

[0005] 通常基地局と該通常基地局のカバー領域内にある1つまたは複数の低電力基地局とを送信ポイントとして少なくとも含む無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法であって、

前記通常基地局が、通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得るステップAと、

前記通常基地局が、前記1つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの、各低電力基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる性能推定パラメータを取得するステップBと、

前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、前記通常基地局が、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全て

の送信ポイントの重み付けスループットとを決定するステップCと、

前記通常基地局が、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して、送信判定結果を得、前記送信判定結果に基づいて、データ送信を行うステップDと、を含む。

[0006] 前記ステップBは、

前記通常基地局が、前記1つまたは複数の低電力基地局から、低電力基地局ユーザのフィードバック情報を受信し、通常基地局送信無しの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第1ユーザセット A_{Pj} を得、通常基地局送信有りの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第2ユーザセット B_{Pj} を得、前記第1ユーザセット A_{Pj} および前記第2ユーザセット B_{Pj} に対して、性能推定をそれぞれ行って、相応の性能推定パラメータを得る、ことを含む。

該方法は、

前記通常基地局が、前記送信判定結果を前記1つまたは複数の低電力基地局へフィードバックし、

前記低電力基地局が、前記送信判定結果に基づいて、自局のユーザスケジューリングを行って、データを送信する、ことをさらに含む。

[0007] ステップBの前に、該方法は、

各低電力基地局が、自局のユーザのフィードバック情報に基づいて、プリスケジューリングを行って、通常基地局送信無しの場合での第1ユーザセット A_{Pj} と、通常基地局送信有りの場合での第2ユーザセット B_{Pj} を得、

前記低電力基地局が、第1ユーザセット A_{Pj} および第2ユーザセット B_{Pj} に対して、性能推定をそれぞれ行って、得られた性能推定パラメータを前記通常基地局へフィードバックする、ことをさらに含む。

[0008] 該方法は、

前記通常基地局が、前記送信判定結果を前記1つまたは複数の低電力基地局へフィードバックし、

各低電力基地局が、前記送信判定結果に基づいて、第1ユーザセット A_{Pj}

および第2ユーザセット B_{P_j} の中から、相応のユーザセットを決定して、データ送信を行う、ことをさらに含む。

[0009] 前記ステップCは、
前記通常基地局が、数式

[数1]

$$\sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot N_{P_j}} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot f(N_{P_j})}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数2]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot N_m} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot N_{P_j}} \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot f(N_m)} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot f(N_{P_j})}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、 N_m は、通常基地局のユーザ数であり、 $f(N_m)$ は、 N_m の関数であり、 N_{P_j} は、 j 番目の低電力基地局のユーザ数であり、 $f(N_{P_j})$ は、 N_{P_j} の関数であり、

[数3]

$$R'_{P_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数4]

$$R_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数5]

$$\bar{R}_{p_j,i}$$

は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数6]

$$\bar{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

A_{p_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 1 ユーザセットを表し、 B_{p_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 2 ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す。

[0010] 前記ステップ C は、
前記通常基地局が、数式

[数7]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{\overline{C}_{p_j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{f(\overline{C}_{p_j}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数8]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\overline{C}_m(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\overline{C}_{p_j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(\overline{C}_m(t))} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(\overline{C}_{p_j}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 N_{PeNB} は、低電力基地局の数であり、

[数9]

$$R'_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数10]

$$R_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数11]

$$\bar{C}_{p_j}$$

は、 j 番目の低電力基地局の平均スループットであり、

[数12]

$$f(\bar{C}_{p_j}(t)) \text{ は、 } \bar{C}_{p_j} \text{ の関数}$$

であり、

[数13]

$$\bar{C}_m$$

は、通常基地局の平均スループットであり、

[数14]

$$f(\bar{C}_m(t)) \text{ は、 } \bar{C}_m \text{ の関数}$$

であり、

A_{p_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 1 ユーザセットを表し、 B_{p_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 2 ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す。

該方法は、前記通常基地局が自局のフレーム数情報を記憶する、ことをさらに含む。

[0011] 前記ステップ C は、
前記通常基地局が、数式

[数15]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PENB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{PENB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数16]

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} \sum_{i \in B_{p_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} \sum_{i \in B_{p_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 N_{PENB} は、低電力基地局の数であり、

[数17]

$$R'_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数18]

$$R_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセ

ットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

$A_{p,j}$ は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 1 ユーザセットを表し、 $B_{p,j}$ は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 2 ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T, T_m, T_n の関数である。

[0012] 前記ステップ C は、
前記通常基地局が、数式

[数19]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{R_{p,j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{R_{p,j,i}(t)} \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数20]

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p,j}} \frac{R_{p,j,i}(t)}{R_{p,j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p,j}} \frac{R_{p,j,i}(t)}{R_{p,j,i}(t)} \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目

の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、

[数21]

$$R'_{p,j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数22]

$$R_{p,j,i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数23]

$$\bar{R}_{p,j,i}$$

は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数24]

$$\bar{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

$A_{p,j}$ は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 $B_{p,j}$ は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である。

[0013] 前記ステップCは、

前記通常基地局は、数式

[数25]

$$\sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数26]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{W_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(W_{m,i}(t))} + \sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 $W_{P_j,i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{P_j,i}(t))$ は、 $W_{P_j,i}(t)$ の関数であり、 $W_{m,i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{m,i}(t))$ は、 $W_{m,i}(t)$ の関数である。

[0014] 前記ステップCは、

前記通常基地局が、数式

[数27]

$$\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数28]

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot S_{m,i}(t)) + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot f(S_{m,i}(t))) + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 $S_{p_j,i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{p_j,i}(t))$ は、 $S_{p_j,i}(t)$ の関数であり、 $S_{m,i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{m,i}(t))$ は、 $S_{m,i}(t)$ の関数である。

[0015] 無線ネットワークにおける基地局であって、

通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得るユーザスケジューリングモジュールと、

1 つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの、各低電力基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる性能推定パラメータを取得し、前記性能推定パラ

メータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットとを決定し、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して、送信判定結果を得る送信判定モジュールと、を含む。

[0016] 該基地局は、

前記1つまたは複数の低電力基地局から、低電力基地局ユーザのフィードバック情報を受信し、通常基地局送信無しの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第1ユーザセット A_{p_j} を得、通常基地局送信有りの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第2ユーザセット B_{p_j} を得、前記第1ユーザセット A_{p_j} および前記第2ユーザセット B_{p_j} に対して、性能推定をそれぞれ行って、相応の性能推定パラメータを得る性能推定モジュールを、さらに含む。

[0017] 該基地局は、

前記送信判定結果に基づいて、前記通常基地局のデータ送信をオンまたはオフにする送信スイッチを、さらに含む。

[0018] 前記送信判定モジュールは、数式

[数29]

$$\sum_{j=1}^{N_{PB/NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PB/NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot f(N_{p_j})}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数30]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t) \cdot N_m} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}} \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t) \cdot f(N_m)} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot f(N_{p_j})}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、 N_m は、通常基地局のユーザ数であり、 $f(N_m)$ は、 N_m の関数であり、 N_{p_j} は、 j 番目の低電力基地局のユーザ数であり、 $f(N_{p_j})$ は、 N_{p_j} の関数であり、

[数31]

$$R'_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数32]

$$R_{p_j,i}(t)$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数33]

$$\bar{R}_{p_j,i}$$

は、 j 番目の低電力基地局の対応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の対応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数34]

$$\overline{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の対応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

$A_{p,j}$ は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 $B_{p,j}$ は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す。

[0019] 前記送信判定モジュールは、数式

[数35]

$$\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{\overline{C}_{p_j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{f(\overline{C}_{p_j}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数36]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\overline{C}_m(t)} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\overline{C}_{p_j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(\overline{C}_m(t))} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(\overline{C}_{p_j}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、

[数37]

$$R'_{p_j, i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数38]

$$R_{p_j, i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m, i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数39]

$$\bar{C}_{p_j}$$

は、 j 番目の低電力基地局の平均スループットであり、

[数40]

$$f(\bar{C}_{p_j}(t)) \text{ は、 } \bar{C}_{p_j} \text{ の関数}$$

であり、

[数41]

$$\bar{C}_m$$

は、通常基地局の平均スループットであり、

[数42]

$f(\bar{C}_m(t))$ は、 $\bar{C}_m$ の関数

であり、

A_{pj} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 B_{pj} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す。

[0020] 該基地局は、該通常基地局のフレーム数情報を記憶する送信記憶モジュールをさらに含み、

前記送信判定モジュールは、数式

[数43]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{peNB}} \sum_{i \in A_{pj}} R'_{p,j,i}(t) \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{peNB}} \sum_{i \in A_{pj}} R'_{p,j,i}(t) \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数44]

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{peNB}} \sum_{i \in B_{pj}} R_{p,j,i}(t) \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{peNB}} \sum_{i \in B_{pj}} R_{p,j,i}(t) \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けス

ループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、

[数45]

$$R'_{p_j, i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数46]

$$R_{p_j, i}(t)$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m, i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

A_{p_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 B_{p_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である。

[0021] 該基地局は、該通常基地局のフレーム数情報を記憶する送信記憶モジュールをさらに含み、

前記送信判定モジュールは、数式

[数47]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数48]

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 N_{PeNB} は、低電力基地局の数であり、

[数49]

$$R'_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数50]

$$R_{p_j,i}(t)$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数51]

$$\overline{R}_{p,j,i}$$

は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $\overline{R}_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数52]

$$\overline{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

$A_{p,j}$ は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 $B_{p,j}$ は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である。

[0022] 前記送信判定モジュールは、数式

[数53]

$$\sum_{j=1}^{N_{p,NB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{W_{p,j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{p,NB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{f(W_{p,j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けス

ループットを決定し、かつ、数式

[数54]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{W_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(W_{m,i}(t))} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 $W_{P_j, i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{P_j, i}(t))$ は、 $W_{P_j, i}(t)$ の関数であり、 $W_{m, i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{m, i}(t))$ は、 $W_{m, i}(t)$ の関数である。

[0023] 前記送信判定モジュールは、数式

[数55]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数56]

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot S_{m,i}(t)) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot f(S_{m,i}(t))) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けス

ループットを決定し、

ここで、 $S_{Pj,i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{Pj,i}(t))$ は、 $S_{Pj,i}(t)$ の関数であり、 $S_{m,i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{m,i}(t))$ は、 $S_{m,i}(t)$ の関数である。

[0024] 無線ネットワークであって、

通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得、該通常基地局のカバー範囲内にある 1 つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの、各低電力基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる性能推定パラメータを取得し、前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットとを決定し、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して、送信判定結果を得、前記送信判定結果に基づいて、データ送信を行う通常基地局と、

自局のユーザのフィードバック情報に基づいて、プリスケジューリングを行って、通常基地局送信無しの場合での第 1 ユーザセット A_{Pj} と、通常基地局送信有りの場合での第 2 ユーザセット B_{Pj} とを得、第 1 ユーザセット A_{Pj} および第 2 ユーザセット B_{Pj} に対して、性能推定をそれぞれ行って、得られた性能推定パラメータを前記通常基地局へフィードバックする前記 1 つまたは複数の低電力基地局と、を含む。

前記通常基地局は、さらに、前記送信判定結果を前記 1 つまたは複数の低電力基地局へフィードバックし、

前記低電力基地局は、さらに、前記送信判定結果に基づいて、第 1 ユーザ

セット A_{p_j} および第2ユーザセット B_{p_j} の中から、相応のユーザセットを決定して、データ送信を行う。

[0025] 通常基地局と該通常基地局のカバー領域内にある1つまたは複数の低電力基地局とを送信ポイントとして少なくとも含む無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法であって、

前記通常基地局が、現在時刻 t での送信判定結果に基づいて、該通常基地局の第1時刻 t_1 でのスループットを決定するステップAと、

前記通常基地局が、前記1つまたは複数の低電力基地局の第1時刻 t_1 でのスループットを取得するステップBと、

前記通常基地局が、全ての送信ポイントの第1時刻 t_1 でのスループットと、第1時刻より前の第2時刻 t_2 でのスループットとの比較結果に基づいて、次の時刻 $t+1$ での送信判定結果を決定することにより、前記送信判定結果に基づいて、次の時刻 $t+1$ で、通常基地局送信無しまたは通常基地局送信有りに応じる動作が実行できるようにするステップCと、を含む。

[0026] 前記ステップAは、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信無しである場合、前記通常基地局が、現在時刻 t での推定スループット $C_m(t)$ を0に設定し、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信有りである場合、前記通常基地局が、通常基地局のユーザスケジューリングを行って、現在時刻 t での推定スループット $C_m(t)$ を得る、ことを含む。

[0027] 前記ステップBは、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信無しである場合、前記通常基地局が、通常基地局送信無しに応じて、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、前記1つまたは複数の低電力基地局の現在時刻 t での推定スループット合計

[数57]

$$\sum_{j=1}^{N_{PcNR}} C_{p_j}(t)$$

を得、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信有りである場合、前記通常基地局が、通常基地局送信有りに応じて、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、前記 1 つまたは複数の低電力基地局の現在時刻 t での推定スループット合計

[数58]

$$\sum_{j=1}^{N_{P_kNR}} C_{p_j}(t)$$

を得る、ことを含む。

[0028] 前記ステップ B は、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信無しである場合、各低電力基地局が、通常基地局送信無しに応じて、該低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、自局の現在時刻 t での推定スループット $C_{p_j}(t)$ を得て、前記通常基地局に送信し、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信有りである場合、各低電力基地局が、通常基地局送信有りに応じて、該低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、自局の現在時刻 t での推定スループット $C_{p_j}(t)$ を得て、前記通常基地局に送信する、ことを含む。

[0029] 前記ステップ C は、

前記通常基地局が、現在時刻 t での総推定スループット

[数59]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{P_kNB}} C_{p_j}(t)$$

と、前の時刻 $t - 1$ での総推定スループット

[数60]

$$C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PB}} C_{p_j}(t-1)$$

とを比較し、

[数61]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PB}} C_{p_j}(t) \geq C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きい場合、}$$

前記通常基地局が、現在時刻 t での送信判定結果の通りに、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を設定し、

[数62]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PB}} C_{p_j}(t) < C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きくない場合、}$$

前記通常基地局が、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を、現在時刻 t での送信判定結果と反対になるように設定する、ことを含む。

[0030] 前記ステップCは、

前記通常基地局が、第1時刻 $t - \tau$ での実際スループット

[数63]

$$\sum_i (D_{m,i}(t-\tau) \cdot AN_{m,i}(t-\tau)) + \sum_{j=1}^{N_{PB}} \sum_i (D_{p_j,i}(t-\tau) \cdot AN_{p_j,i}(t-\tau))$$

と、第2時刻 $t - \tau - 1$ での実際スループット

[数64]

$$\sum_i (D_{m,i}(t-\tau-1) \cdot AN_{m,i}(t-\tau-1)) + \sum_{j=1}^{N_{PB}} \sum_i (D_{p_j,i}(t-\tau-1) \cdot AN_{p_j,i}(t-\tau-1))$$

とを比較し、

第1時刻 $t - \tau$ での実際スループットが第2時刻 $t - \tau - 1$ での実際スループットより大きい場合、前記通常基地局が、現在時刻 t での送信判定結果の通りに、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を設定し、

第1時刻 $t - \tau$ での実際スループットが第2時刻 $t - \tau - 1$ での実際スループットより大きくない場合、前記通常基地局が、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を、現在時刻 t での送信判定結果と反対になるように設定する、ことを含み、

ここで、 $D_{m,i}$ は、通常基地局の i 番目のユーザの実際の送信データ量であり、 $D_{p,j,i}$ は、 j 番目の低電力基地局の i 番目のユーザの実際の送信データ量であり、 $AN_{m,i}$ は、通常基地局の i 番目のユーザの相応データの正確受信指示情報であり、 $AN_{p,j,i}$ は、 j 番目の低電力基地局の i 番目のユーザの相応データの正確受信指示情報であり、 τ は、正確受信指示情報のフィードバック時間遅延である。

発明の効果

[0031] 本発明の実施例で提供された方法、基地局および無線ネットワークを採用することにより、セル間干渉調整の性能がより良く保障される。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図2]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図3]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図4]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図5]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図6]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法

のフローチャートである。

[図7]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図8]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図9]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図10]本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法のフローチャートである。

[図11]本発明の1つの実施例における通常基地局の構成を示す図である。

[図12]本発明の1つの実施例における通常基地局の構成を示す図である。

[図13]本発明の1つの実施例における通常基地局の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0033] 本発明の目的、解決手段およびメリットをさらに明確にするために、以下、図面を参照して実施例を挙げながら、本発明をさらに詳しく説明する。

[0034] 動的セル間干渉調整 (e I C I C) は、セルの総スループットを向上させるように、各 T T I または複数の T T I で、マクロ基地局の開閉状態を動的に決定するため、半静的 e I C I C に対して、性能向上がある。動的 e I C I C は、マクロ基地局の開閉状態を決定するとき、マクロ基地局送信無し (macro mute) とマクロ基地局送信有り (macro non-mute) との2つの場合でのセル性能を比較する必要がある。説明すべきものとして、マクロ基地局の開状態は、マクロ基地局送信無しの場合に対応し、マクロ基地局の開状態は、マクロ基地局送信有りの場合に対応する。性能比較の公平性を保証するために、異種ネットワークにおける各送信ポイントまたは基地局 (例えば、マクロ基地局などの通常基地局、または、ピコ基地局などの低電力基地局) のいずれも、自分のセル内で、プロポーショナルフェア (PF: Proportional Fair) アルゴリズムを採用して、自分のセルのユーザをスケジューリングする。マクロ基地局は、送信判

定 (muting decision) を行う際に、プロポーショナルフェアスケジューリング後、マクロ基地局送信無しとマクロ基地局送信有りとの2つの場合での全ての送信ポイントの優先度値の合計を比較して、優先度が高い状態を選択する。

[0035] 具体的に、本発明では、無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法が提供されている。前記無線ネットワークは、下記の送信ポイント、即ち、通常基地局、および該通常基地局のカバー領域内にある1つまたは複数の低電力基地局、を少なくとも含む。該方法は、

前記通常基地局が、通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得るステップAと、

前記通常基地局が、前記1つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの、各低電力基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる性能推定パラメータを取得するステップBと、

前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、前記通常基地局が、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットとを決定するステップCと、

前記通常基地局が、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して、送信判定結果を得、前記送信判定結果に基づいて、データ送信を行うステップDと、を含む。

[0036] ここで、無線ネットワークは、異種ネットワークであってもよく、ほかのタイプのネットワークであってもよい。

[0037] 説明すべきものとして、異なる送信ポイントの実際の伝送特性は、各送信ポイントの接続ユーザ数、各送信ポイントの全てのユーザのスループット合計、通常基地局送信有無に関するフレーム数情報、各送信ポイントのユーザ

を伝送先とすべきデータ総量、各送信ポイントのユーザを伝送元とすべきデータ総量など、または上記のいずれかのパラメータの関数で表すことができる。ここから分かるように、本発明の実施例で提供された送信判定結果は、異なる送信ポイントの実際の伝送特性が考慮されるので、より公平かつ合理的になる。これにより、セル間干渉調整の性能がより良く保障される。

[0038] 図1は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0039] ステップ101で、マクロ基地局 (MeNB) は、マクロ基地局ユーザ (MUE) のフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、ユーザセットMを得る。ここで、ステップ101は、MeNBに設けられるMUEスケジューリングモジュールにより実現することができ、ユーザセットMは、MeNBでスケジューリングされたMUEを含む。

[0040] ステップ102で、ピコ基地局 (PeNB) は、ピコ基地局ユーザ (PUE) のフィードバック情報を取得して、MeNBに提供する。

[0041] 具体的に、PUEのフィードバック情報は、例えば、各PUEのチャネル品質指示 (CQI: channel quality indicator)、プリコーディング行列指示 (PMI: precoding matrix indicator) などを含むことができる。

[0042] ステップ103で、MeNBは、各PeNBごとに、マクロ基地局送信無し (MeNB mute) とマクロ基地局送信有り (MeNB non-mute) との2つの場合のそれぞれに対して、スケジューリングを行って、ユーザセットAとユーザセットBとを生成し、この2つのユーザセットに対して、性能推定をそれぞれ行って、相応の性能推定パラメータを得る。

[0043] 具体的に、ユーザセットAは、MeNB muteの場合にPeNBでスケジューリングされたPUEを含む。該ユーザセットは、MeNB muteの場合での全てのPUEのフィードバック情報に基づいて決定されたものである。ユーザセットBは、MeNB non-muteの場合にPeNBでスケジューリングされたPUEを含む。該ユーザセットは、MeNB n

o n - m u t e の場合での全ての P U E のフィードバック情報に基づいて決定されたものである。また、性能推定パラメータは、下記のパラメータ、即ち、ユーザセット A における全てのユーザのスループットの重み付け和

[数65]

$$\sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}'(t)}{\overline{R_{p_j,i}}(t)}$$

(P e N B のマクロ基地局送信無し重み付けスループットとも呼ばれる)、ユーザセット B における全てのユーザのスループットの重み付け和

[数66]

$$\sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\overline{R_{p_j,i}}(t)}$$

(P e N B のマクロ基地局送信有り重み付けスループットとも呼ばれる)、接続ユーザ数 N_{p_j} (j 番目の P e N B の P U E 数を表す) のうちの少なくとも 1 つを含むことができる。ここで、t は、現在時刻を表し、i は、ユーザ番号であり、j は、P e N B の番号であり、 P_j は、j 番目の P e N B を表し、 A_{p_j} は、j 番目の P e N B のユーザセット A を表し、 B_{p_j} は、j 番目の P e N B のユーザセット B を表し、

[数67]

$$R_{p_j,i}'$$

は、マクロ基地局送信無しの場合での j 番目の P e N B の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットを表し、

[数68]

$$R_{p_j,i}$$

は、マクロ基地局送信有りの場合での j 番目の $P e N B$ の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットを表し、

[数69]

$$\overline{R}_{p,j,i}$$

は、 j 番目の $P e N B$ の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットを表す。また、ステップ 103 は、 $M e N B$ に設けられる $P U E$ 性能推定モジュールにより実現することができる。

[0044] ステップ 104 で、 $M e N B$ は、該 $M e N B$ のカバー領域にある 1 つまたは複数の $P e N B$ の性能推定パラメータと、該 $M e N B$ による $M U E$ へのスケジューリング結果とに基づいて、 $M e N B \text{ mute}$ と $M e N B \text{ non-mute}$ との 2 つの場合での優先度を比較し、優先度の比較から、送信判定結果を得る。例えば、マクロ基地局送信無しの場合での優先度が大きい場合、送信判定結果は、 $M e N B$ がデータを送信しないという結果になり、逆の場合、送信判定結果は、 $M e N B$ がデータを送信するという結果になる。

[0045] ここで、ステップ 104 は、 $M e N B$ に設けられる送信判定モジュールにより実現することができる。また、ステップ 104 において、 $P U E$ 性能推定モジュールにより、1 つまたは複数の $P e N B$ の性能推定パラメータを、該送信判定モジュールへ伝送してもよく、 $M U E$ スケジューリングモジュールにより、下記のスケジューリング結果、即ち、 $M e N B$ でスケジューリングされた全てのユーザのスループットの重み付け和

[数70]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\overline{R}_{m,i}(t)}$$

($M e N B$ のマクロ基地局送信有り重み付けスループットとも呼ばれる)、接続ユーザ数 N_m ($M U E$ 数とも呼ばれる) のうちの少なくとも 1 つを、該送

信判定モジュールへ伝送してもよい。ここで、 M_m は、 $M \in NB$ でスケジューリングされたユーザセット M を表し、 $R_{m,i}$ は、マクロ基地局送信有りの場合での $M \in NB$ の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットを表し、

[数71]

$$\overline{R}_{m,i}$$

は、 $M \in NB$ の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットを表す。

[0046] 具体的に、 $M \in NB \text{ mute}$ の場合での1つの優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全ての $P \in NB$ のマクロ基地局送信無し重み付けスループットを相応の $P \in NB$ のPUE数で割った値を合計して、 $M \in NB \text{ mute}$ の場合での優先度

[数72]

$$\sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}'(t)}{\overline{R}_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}'(t)}{\overline{R}_{p_j,i}(t) \cdot f(N_{p_j})}$$

を得る。ここで、 $N_{P \in NB}$ は、 $P \in NB$ の数であり、 $f(N_{p_j})$ は、 N_{p_j} の関数である。

[0047] $M \in NB \text{ non-mute}$ の場合での1つの優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全ての $P \in NB$ のマクロ基地局送信有り重み付けスループットを相応の $P \in NB$ のPUE数で割った値の合計に、 $M \in NB$ のマクロ基地局送信有り重み付けスループットを該 $M \in NB$ のMUE数で割った値を加えて、 $M \in NB \text{ non-mute}$ の場合での優先度

[数73]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot N_m} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}} \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot f(N_m)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t) \cdot f(N_{p_j})}$$

を得る。ここで、 $f(N_m)$ は、 N_m の関数である。

[0048] ステップ105で、送信判定モジュールは、送信判定結果をMeNBにおける送信スイッチに伝送する。これにより、該MeNBのデータ送信を相応に制御する。

[0049] ステップ106および107で、MeNBの送信判定モジュールは、送信判定結果を1つまたは複数のPeNBへフィードバックし、PeNBは、受信された結果に基づいて、PUEスケジューリングを行って、相応のデータ送信を実行する。

[0050] 説明すべきものとして、図1に示すフローおよび下記のほかの実施例において、各ステップの間に、必ず前後の順序が存在しているわけではない。例えば、ステップ102、103の実行とステップ101の実行とは、互いに独立であり、前後の順序に関係ない。また、例えば、ステップ106、107の実行とステップ105の実行とは同様に、前後の順序に関係ない。

[0051] 図2も、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。

[0052] ここで、ステップ201～204は、図1におけるステップ101～104にそれぞれ対応する。即ち、ステップ201は、ステップ101に類似し、ステップ202は、ステップ102に類似し、ステップ203は、ステップ103に類似し、ステップ204は、ステップ104に類似する。

説明すべきものとして、図1における各ステップと異なるのは、下記の通りである。

[0053] ステップ201で、MeNBにおけるMUEスケジューリングモジュールは、マクロ基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行った後、下記のスケジューリング結果、即ち、MeNBでスケジューリングされた全てのユーザのスループット合計

[数74]

$$\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t)$$

(MeNBのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる)、MeNBの過去時刻での平均スループット

[数75]

$$\bar{C}_m$$

のうちの少なくとも1つを、該MeNBにおける送信判定モジュールへ伝送する。ステップ203で、MeNBのPUE性能推定モジュールは、ステップ202でPeNBから取得されたPUEのフィードバック情報に基づいて、性能推定を行って、1つまたは複数のPeNBの性能推定パラメータを得て、該MeNBの送信判定モジュールへ提供する。

[0054] ここで、各PeNBの性能推定パラメータは、下記のパラメータ、即ち、ユーザセットAにおける全てのユーザのスループット合計

[数76]

$$\sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t)$$

(PeNBのマクロ基地局送信無しスループットとも呼ばれる)、ユーザセットBにおける全てのユーザのスループット合計

[数77]

$$\sum_{i \in B_{p_j}} R_{p_j,i}(t)$$

(P e N Bのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる)、P e N Bの過去時刻での平均スループット

[数78]

$$\bar{C}_{p_i}$$

のうちの少なくとも1つを含む。ステップ204で、送信判定モジュールは、下記の方法に従って、MeNB muteとMeNB non-muteとの2つの場合での優先度を計算することで、送信判定結果を得る。

[0055] ここで、MeNB muteの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのP e N Bのマクロ基地局送信無しスループットを相応のP e N Bの平均スループットで割った値を合計して、MeNB muteの場合での優先度

[数79]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{\bar{C}_{p_j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{f(\bar{C}_{p_j}(t))}$$

を得る。

[0056] MeNB non-muteの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのP e N Bのマクロ基地局送信有リスループットを相応のP e N Bの平均スループットで割った値の合計に、MeNBのマクロ基地局送信有リスループットを該MeNBの平均スループットで割った値を加えて、MeNB non-muteの場合での優先度

[数80]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{C}_m(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{C}_{p_j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(\bar{C}_m(t))} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(\bar{C}_{p_j}(t))}$$

を得る。ここで、

[数81]

$f(\bar{C}_{p_j}(t))$ は、 $\bar{C}_{p_j}$ の関数

であり、

[数82]

$f(\bar{C}_m(t))$ は、 $\bar{C}_m$ の関数

である。

[0057] また、ステップ205～207は、図1におけるステップ105～107と同じであり、ここで説明を省略する。

[0058] ここから分かるように、本実施例において、送信判定結果では、異なる送信ポイントの全てのユーザの平均スループットの和が考慮されている。各送信ポイント（ $M \in NB$ と、1つまたは複数の $P \in NB$ とを含む）のプロポーションアルファスケジューリング後のスループットを、相応の送信ポイントの全てのユーザの平均スループットの和で割った値に基づいて、 $M \in NB_{mute}$ と $M \in NB_{non-mute}$ との2つの場合での優先度を決定する。勿論、上記の数式における

[数83]

$\bar{C}_{p_j}$ と $\bar{C}_m$ を、 $f(\bar{C}_{p_j})$ と $f(\bar{C}_m)$ に

替えてもよい。つまり、優先度を決定する際に、異なる送信ポイントの全てのユーザの平均スループットの和の関数を考慮してもよい。

[0059] 図3は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0060] ステップ301で、MeNBにおける送信記憶モジュールは、下記のフレーム数情報、即ち、総フレーム数 T 、送信有りフレーム数 T_n 、送信無しフレーム数 T_m のうちの少なくとも1つを、該MeNBにおける送信判定モジュールへ伝送する。

[0061] ステップ302～305は、図1におけるステップ101～104にそれぞれ対応する。

[0062] 説明すべきものとして、ステップ302で、MeNBにおけるMUEスケジューリングモジュールは、下記のスケジューリング結果、即ち、MeNBでスケジューリングされた全てのユーザのスループット合計

[数84]

$$\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t)$$

(MeNBのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる)を、該MeNBにおける送信判定モジュールへ伝送する。

[0063] ステップ304で、MeNBのPUE性能推定モジュールは、ステップ303でPeNBから取得されたPUEのフィードバック情報に基づいて、性能推定を行って、1つまたは複数のPeNBの性能推定パラメータを、該MeNBの送信判定モジュールへ伝送する。

[0064] 具体的に、前記性能推定パラメータは、下記のパラメータ、即ち、ユーザセットAにおける全てのユーザのスループット合計

[数85]

$$\sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t)$$

(P e N Bのマクロ基地局送信無しスループットとも呼ばれる)、ユーザセットBにおける全てのユーザのスループット合計

[数86]

$$\sum_{i \in B_{p_j}} R_{p_j,i}(t)$$

(P e N Bのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる)のうちの少なくとも1つを含むことができる。ステップ305で、送信判定モジュールは、下記の方法に従って、MeNB muteとMeNB non-muteとの2つの場合での優先度を計算することで、送信判定結果を得る。

[0065] 具体的に、MeNB muteの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのP e N Bのマクロ基地局送信無しスループットの合計に、総フレーム数と送信無しフレーム数との差を掛けて、MeNB muteの場合での優先度

[数87]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

を得る。

[0066] MeNB non-muteの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのP e N Bのマクロ基地局送信有リスループットの合計とMeNBのマクロ基地局送信有リスループットとの和に、総フレーム数と送信有リフレーム数との差を掛けて、MeNB non-muteの場合での

優先度

[数88]

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{FNB}} \sum_{i \in B_{F_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{FNB}} \sum_{i \in B_{F_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

を得る。ここで、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である。

[0067] ステップ306～308は、図1におけるステップ105～107と同じであり、ここで説明を省略する。

[0068] ステップ309で、送信判定モジュールは、送信判定結果を該M e N Bの送信記憶モジュールに提供し、前記送信記憶モジュールは、フレーム数情報を更新する。

[0069] 例えば、送信判定結果がマクロ基地局送信無しである場合、総フレーム数 T を1加算して、送信無しフレーム数 T_m も1加算し、送信判定結果がマクロ基地局送信有りである場合、総フレーム数 T を1加算して、送信有りフレーム数 T_n も1加算する。

[0070] ここからわかるように、本実施例の方法では、マクロ基地局の送信履歴が考慮されている。マクロ基地局送信無しの状況が比較的頻繁である場合、マクロ基地局送信無しが再度発生する確率は低いが、マクロ基地局送信無しの状況が比較的頻繁でない場合、マクロ基地局送信無しが発生する確率は高い。

[0071] 図4は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0072] ステップ401は、図3におけるステップ301と同じであり、ここで説明を省略する。

[0073] ステップ402で、MeNBにおけるMUEスケジューリングモジュールは、下記のスケジューリング結果、即ち、MeNBでスケジューリングされた全てのユーザのスループットの重み付け和

[数89]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)}$$

(MeNBのマクロ基地局送信無し重み付けスループットとも呼ばれる)を、該MeNBにおける送信判定モジュールへ伝送する。

[0074] ステップ404で、MeNBのPUE性能推定モジュールは、ステップ403でPeNBから取得されたPUEのフィードバック情報に基づいて、性能推定を行って、1つまたは複数のPeNBの下記の性能推定パラメータ、即ち、ユーザセットAにおける全てのユーザのスループットの重み付け和

[数90]

$$\sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)}$$

(PeNBのマクロ基地局送信無し重み付けスループットとも呼ばれる)、ユーザセットBにおける全てのユーザのスループットの重み付け和

[数91]

$$\sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)}$$

(PeNBのマクロ基地局送信有り重み付けスループットとも呼ばれる)のうちの少なくとも1つを、該MeNBにおける送信判定モジュールへ伝送する。

[0075] ステップ405で、送信判定モジュールは、下記の方法に従って、MeN

B m u t eとMeNB n o n - m u t eとの2つの場合での優先度を計算することで、送信判定結果を得る。

[0076] 具体的に、MeNB m u t eの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのPeNBのマクロ基地局送信無し重み付けスループットの合計に、総フレーム数と送信無しフレーム数との差を掛けて、MeNB m u t eの場合での優先度

[数92]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

を得る。

[0077] MeNB n o n - m u t eの場合の優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのPeNBのマクロ基地局送信有り重み付けスループットの合計と、MeNBのマクロ基地局送信有り重み付けスループットとの和に、総フレーム数と送信有りフレーム数との差を掛けて、MeNB n o n - m u t eの場合での優先度

[数93]

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

を得る。ここで、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である。

[0078] ステップ406～409は、図3におけるステップ306～309と同じであり、ここで説明を省略する。

[0079] 図5～図8のフローは、それぞれ図1～図4に対応し、相違点は、図5～

図8において、P e N Bが性能推定パラメータを直接にM e N Bに提供する、ことにある。相応に、M e N Bは、1つまたは複数のP e N Bのために性能推定を行う必要がなくなる。

[0080] 図5は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0081] ステップ501で、M e N BにおけるMUEスケジューリングモジュールは、MUEのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、ユーザセットMを得、下記のスケジューリング結果、即ち、M e N Bでスケジューリングされた全てのユーザのスループットの重み付け和

[数94]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t)}$$

(M e N Bのマクロ基地局送信有り重み付けスループットとも呼ばれる)、接続ユーザ数 N_m (MUE数とも呼ばれる)のうちの少なくとも1つを、該M e N Bにおける送信判定モジュールへ伝送する。

[0082] ステップ502において、P e N Bは、PUEのフィードバック情報(例えば、PUEのCQI、PMIなど)に基づいて、マクロ基地局送信無し(M e N B m u t e)とマクロ基地局送信有り(M e N B n o n - m u t e)との2つの場合のそれぞれに対して、プリスケジューリングを行って、ユーザセットAとユーザセットBとを生成する。

[0083] 具体的に、ユーザセットAは、M e N B m u t eの場合での全てのPUEのフィードバック情報に基づいて決定されたものであり、M e N B m u t eの場合にP e N BでスケジューリングされたPUEを含む。ユーザセットBは、M e N B n o n - m u t eの場合での全てのPUEのフィードバック情報に基づいて決定されたものであり、M e N B n o n - m u t eの場合にP e N BでスケジューリングされたPUEを含む。

[0084] ステップ503で、P e N Bは、下記の性能推定パラメータ、即ち、ユー

ザセットAにおける全てのユーザのスループットの重み付け和

[数95]

$$\sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t)}$$

(P e N Bのマクロ基地局送信無し重み付けスループットとも呼ばれる)、
ユーザセットBにおける全てのユーザのスループットの重み付け和

[数96]

$$\sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t)}$$

(P e N Bのマクロ基地局送信有り重み付けスループットとも呼ばれる)、
接続ユーザ数 N_{p_j} (P U E 数とも呼ばれる) のうちの少なくとも1つを、M
e N Bへフィードバックする。

[0085] ステップ504で、送信判定モジュールは、該M e N Bのカバー領域にあ
る1つまたは複数のP e N Bのフィードバックと、M U Eスケジューリング
モジュールから伝送されたスケジューリング結果とに基づいて、M e N B
m u t eとM e N B n o n - m u t eとの2つの場合での優先度を比較し
、優先度の比較から、送信判定結果を得る。例えば、マクロ基地局送信無し
の場合での優先度が大きい場合、送信判定結果は、M e N Bがデータを送信
しないという結果になり、逆の場合、送信判定結果は、M e N Bがデータを
送信するという結果になる。

[0086] 具体的に、M e N B m u t eの場合での1つの優先度計算方法は、下記
の通りである。即ち、全てのP e N Bからフィードバックされたマクロ基地
局送信無し重み付けスループットを対応のP e N BのP U E 数で割った値を
合計して、M e N B m u t eの場合での優先度

[数97]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}^*(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}}$$

を得る。

[0087] MeNB non-muteの場合での1つの優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのPeNBからフィードバックされたマクロ基地局送信有り重み付けスループットを相応のPeNBのPUE数で割った値の合計に、MeNBのマクロ基地局送信有り重み付けスループットを該MeNBのMUE数で割った値を加えて、MeNB non-muteの場合での優先度

[数98]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t) \cdot N_m} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}}$$

を得る。

[0088] ステップ505で、送信判定モジュールは、該送信判定結果をMeNBにおける送信スイッチに伝送する。これにより、該MeNBのデータ送信を相応に制御する。送信判定結果がMeNB送信無しである場合、送信スイッチは、MeNBのデータ送信をオフにして、送信判定結果がMeNB送信有りである場合、送信スイッチは、MeNBのデータ送信をオンにする。

[0089] ステップ506～507で、送信判定モジュールは、該送信判定結果を1つまたは複数のPeNBへフィードバックし、PeNBは、受信された結果に基づいて、データ送信を行う。

[0090] 具体的に、送信判定結果がMeNB送信無しである場合、PeNBは、ユーザセットAに基づいて、ユーザをスケジューリングして、データを送信する。送信判定結果がMeNB送信有りである場合、PeNBは、ユーザセッ

トBに基づいて、データ送信を行う。ステップ106と異なるのは、ステップ506において、PeNBは、PUEスケジューリングを行う必要がないが、直接にユーザセットAおよびユーザセットBの中から、相応のユーザセットを決定して、データ送信を行う。

[0091] ここから分かるように、本実施例の方法では、各送信ポイントの異なる接続ユーザ数と、接続されたユーザの異なる信号対干渉雑音比（S I N R : S i g n a l t o I n t e r f e r e n c e p l u s N o i s e R a t i o）とが考慮されている。マクロ基地局の送信判定を行う際に、各送信ポイントのプロポーションアルファスケジューリング後の優先度を、相応の送信ポイントの接続ユーザ数（または、接続ユーザ数に関する関数）で割ることにより、送信判定は、より公平になる。つまり、本実施例の方法を採用することで、接続ユーザ数の相違および／またはS I N Rの相違に起因するマクロ基地局送信無しの比率が高くまたは低いという問題を克服することができる。

[0092] 図6は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0093] ステップ601～604は、図5におけるステップ501～504にそれぞれ対応する。

[0094] 説明すべきものとして、ステップ601で、MeNBにおけるMUEスケジューリングモジュールは、マクロ基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行った後、下記のスケジューリング結果、即ち、MeNBでスケジューリングされた全てのユーザのスループット合計

[数99]

$$\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t)$$

（MeNBのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる）、MeNBの過去時刻での平均スループット

[数100]

$$\bar{C}_m$$

を、該MeNBにおける送信判定モジュールへ伝送する。

ステップ603で、PeNBは、下記の性能推定パラメータ、即ち、ユーザセットAにおける全てのユーザのスループット合計

[数101]

$$\sum_{i \in A_{P_j}} R'_{p_j,i}(t)$$

(PeNBのマクロ基地局送信無しスループットとも呼ばれる)、ユーザセットBにおける全てのユーザのスループット合計

[数102]

$$\sum_{i \in B_{P_j}} R_{p_j,i}(t)$$

(PeNBのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる)、PeNBの過去時刻での平均スループット

[数103]

$$\bar{C}_{P_j}$$

のうちの少なくとも1つを、MeNBへフィードバックする。ステップ604で、送信判定モジュールは、下記の方法に従って、MeNB_{mute}とMeNB_{non-mute}との2つの場合での優先度を計算することで、送信判定結果を得る。

[0095] 具体的に、MeNB_{mute}の場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのPeNBからフィードバックされたマクロ基地局送信

無しスループットを相応のP e N Bの平均スループットで割った値を合計して、M e N B m u t eの場合での優先度

[数104]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{\overline{C}_{p_i}(t)}$$

を得る。

[0096] M e N B n o n - m u t eの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのP e N Bからフィードバックされたマクロ基地局送信有リスループットを相応のP e N Bの平均スループットで割った値の合計に、M e N Bのマクロ基地局送信有リスループットを該M e N Bの平均スループットで割った値を加えて、M e N B n o n - m u t eの場合での優先度

[数105]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\overline{C}_m(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\overline{C}_{p_j}(t)}$$

を得る。ステップ605～607は、図5におけるステップ505～507と同じであり、ここで説明を省略する。

[0097] 図7は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0098] ステップ701で、M e N Bにおける送信記憶モジュールは、下記のフレーム数情報、即ち、総フレーム数T、送信有リフレーム数T_n、送信無しフレーム数T_mのうちの少なくとも1つを、該M e N Bにおける送信判定モジュールへ伝送する。ステップ702～705は、図5におけるステップ501～504にそれぞれ対応する。

[0099] 説明すべきものとして、ステップ702で、M e N BにおけるMUEスケジューリングモジュールは、下記のスケジューリング結果、即ち、M e N B

でスケジューリングされた全てのユーザのスループット合計

[数106]

$$\sum_{i \in M_n} R_{m,i}(t)$$

(MeNBのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる)を、該MeNBにおける送信判定モジュールへ伝送する。ステップ704で、PeNBは、下記の性能推定パラメータ、即ち、ユーザセットAにおける全てのユーザのスループット合計

[数107]

$$\sum_{i \in A_p} R'_{p,i}(t)$$

(PeNBのマクロ基地局送信無しスループットとも呼ばれる)、ユーザセットBにおける全てのユーザのスループット合計

[数108]

$$\sum_{i \in B_{p_i}} R_{p,i}(t)$$

(PeNBのマクロ基地局送信有リスループットとも呼ばれる)のうちの少なくとも1つを、MeNBへフィードバックする。ステップ705で、送信判定モジュールは、下記の方法に従って、MeNB muteの場合およびMeNB non-muteの場合での優先度を計算することで、送信判定結果を得る。

[0100] 具体的に、MeNB muteの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのPeNBからフィードバックされたマクロ基地局送信無しスループットの合計に、総フレーム数と送信無しフレーム数との差を掛けて、MeNB muteの場合での優先度

[数109]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} R_{p_j,i}'(t) \right) \cdot (T - T_m)$$

を得る。

- [0101] MeNB non-muteの場合での優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのPeNBからフィードバックされたマクロ基地局送信有リスループットの合計とMeNBのマクロ基地局送信有リスループットとの和に、総フレーム数と送信有リフレーム数との差を掛けて、MeNB non-muteの場合での優先度

[数110]

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_n)$$

を得る。

- [0102] ステップ706～708は、図5におけるステップ505～507と同じであり、ここで説明を省略する。
- [0103] ステップ709で、送信判定モジュールは、送信判定結果を該MeNBの送信記憶モジュールに提供し、前記送信記憶モジュールは、フレーム数情報を更新する。
- [0104] 図8は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。
- [0105] ステップ801は、図7におけるステップ701と同じであり、ここで説明を省略する。
- [0106] ステップ802～805は、図5におけるステップ501～504にそれぞれ対応する。
- [0107] 説明すべきものとして、ステップ802で、MeNBにおけるMUEスケ

ジューリングモジュールは、下記のスケジューリング結果、即ち、M e N B
でスケジューリングされた全てのユーザのスループットの重み付け和

[数111]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t)}$$

(M e N Bのマクロ基地局送信有り重み付けスループットとも呼ばれる) を
、該M e N Bにおける送信判定モジュールへ伝送する。

[0108] ステップ804で、P e N Bは、下記の性能推定パラメータ、即ち、ユー
ザセットAにおける全てのユーザのスループットの重み付け和

[数112]

$$\sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t)}$$

(P e N Bのマクロ基地局送信無し重み付けスループットとも呼ばれる) 、
ユーザセットBにおける全てのユーザのスループットの重み付け和

[数113]

$$\sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t)}$$

(P e N Bのマクロ基地局送信有り重み付けスループットとも呼ばれる) の
うちの少なくとも1つを、M e N Bへフィードバックする。

[0109] ステップ805で、送信判定モジュールは、下記の方法に従って、M e N
B m u t eの場合およびM e N B n o n - m u t eの場合での優先度を
計算することで、送信判定結果を得る。

[0110] 具体的に、M e N B m u t eの場合での1つの優先度計算方法は、下記
の通りである。即ち、全てのP e N Bからフィードバックされたマクロ基地

局送信無し重み付けスループットの合計に、総フレーム数と送信無しフレーム数との差を掛けて、MeNB muteの場合での優先度

[数114]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_m)$$

を得る。MeNB non-muteの場合での1つの優先度計算方法は、下記の通りである。即ち、全てのPeNBからフィードバックされたマクロ基地局送信有り重み付けスループットの合計とMeNBのマクロ基地局送信有り重み付けスループットとの和に、総フレーム数と送信有りフレーム数との差を掛けて、MeNB non-muteの場合での優先度

[数115]

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_n)$$

を得る。ステップ806～809は、図7におけるステップ706～709と同じであり、ここで説明を省略する。

[0111] 本発明のほかの具体的な実現において、通常基地局は、数式

[数116]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での優先度を決定し、かつ、数式

[数117]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{W_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(W_{m,i}(t))} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での優先度を決定することもできる。

ここで、 $W_{Pj,i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{Pj,i}(t))$ は、 $W_{Pj,i}(t)$ の関数であり、 $W_{m,i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{m,i}(t))$ は、 $W_{m,i}(t)$ の関数である。この場合、図 1 または図 5 に示すフローと比べて、通常基地局は、 $W_{Pj,i}(t)$ 、 $W_{m,i}(t)$ などのパラメータをさらに取得する必要がある。

[0112] 勿論、通常基地局は、数式

[数118]

$$\sum_{j=1}^{N_{PcNB}} \sum_{i \in A_{Pj}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PcNB}} \sum_{i \in A_{Pj}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信無しの場合での優先度を決定し、かつ、数式

[数119]

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot S_{m,i}(t)) + \sum_{j=1}^{N_{PcNB}} \sum_{i \in B_{Pj}} (R_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot f(S_{m,i}(t))) + \sum_{j=1}^{N_{PcNB}} \sum_{i \in B_{Pj}} (R_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信有りの場合での優先度を決定することもできる。

[0113] ここで、 $S_{Pj,i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{Pj,i}(t))$ は、 $S_{Pj,i}(t)$ の関数であり、 $S_{m,i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{m,i}(t))$ は、 $S_{m,i}(t)$ の関数である。この場合、図 1 または図 5 に示すフローと比べて、通常基地局は、 $S_{Pj,i}(t)$ 、 $S_{m,i}(t)$ など

のパラメータをさらに取得する必要がある。

[0114] 図9は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0115] ステップ901で、判定記憶モジュールから得られた現在時刻 t での送信判定結果 $d(t)$ に基づいて、 $M \in NB$ におけるMUEスケジューリングモジュールは、該 $M \in NB$ の前記現在時刻 t でのスループット $C_m(t)$ を決定して、 $M \in NB$ における送信判定モジュールおよびスループット記憶モジュールにそれぞれ提供する。

[0116] 具体的に、現在時刻 t での送信判定結果が $M \in NB$ 送信無しである場合、前記 $M \in NB$ は、現在時刻 t でのスループット $C_m(t)$ を0に設定し、現在時刻 t での送信判定結果が $M \in NB$ 送信有りである場合、前記 $M \in NB$ は、 $M \in NB$ ユーザスケジューリングを行って、現在時刻 t でのスループット $C_m(t)$ を得る。

[0117] ステップ902で、1つまたは複数の $P \in NB$ は、PUEのフィードバック情報を $M \in NB$ に提供する。

[0118] ステップ903で、判定記憶モジュールから得られた現在時刻 t での送信判定結果に基づいて、 $M \in NB$ におけるPUE性能推定モジュールは、PUEのフィードバック情報から、前記1つまたは複数の $P \in NB$ の前記現在時刻 t でのスループット合計

[数120]

$$\sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} C_{p_j}(t)$$

を得、 $M \in NB$ における送信判定モジュールおよびスループット記憶モジュールにそれぞれ提供する。

[0119] 具体的に、現在時刻 t での送信判定結果が $M \in NB$ 送信無しである場合、前記 $M \in NB$ は、 $M \in NB$ 送信無しに応じて、 $P \in NB$ ユーザスケジューリングを行って、前記1つまたは複数の $P \in NB$ の現在時刻 t でのスループット

ト合計

[数121]

$$\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} C_{p_j}(t)$$

を得、現在時刻 t での送信判定結果が $M \in NB$ 送信有りである場合、前記 $M \in NB$ は、 $M \in NB$ 送信有りに応じて、 $P \in NB$ ユーザスケジューリングを行って、前記 1 つまたは複数の $P \in NB$ の現在時刻 t でのスループット合計

[数122]

$$\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} C_{p_j}(t)$$

を得る。

[0120] ステップ 904 で、 $M \in NB$ における送信判定モジュールは、数式

[数123]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} C_{p_j}(t)$$

によって、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果 $d(t + 1)$ を決定する。

[0121] 具体的に、 $M \in NB$ における送信判定モジュールは、現在時刻 t での総スループット

[数124]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} C_{p_j}(t)$$

と、スループット記憶モジュールから得られた前の時刻 $t - 1$ での総スループット

[数125]

$$C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t-1)$$

とを比較する。

[数126]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t) \text{ が } C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きい場合、}$$

前記M e N Bにおける送信判定モジュールは、判定記憶モジュールから得られた現在時刻 t での送信判定結果の通りに、次の時刻 t + 1 での送信判定結果を設定する。

[数127]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t) \text{ が } C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きくない場合、}$$

前記M e N Bは、次の時刻 t + 1 での送信判定結果を、判定記憶モジュールから得られた現在時刻 t での送信判定結果と反対になるように設定する。つまり、現在時刻 t での送信判定結果がM e N B送信有りである場合、次の時刻 t + 1 での送信判定結果は、現在時刻 t での送信判定結果と反対になり、M e N B送信無しと設定される。現在時刻 t での送信判定結果がM e N B送信無しである場合、次の時刻 t + 1 での送信判定結果は、M e N B送信有りと設定される。

[0122] ステップ905で、送信判定モジュールは、ステップ904で決定された次の時刻 t + 1 での送信判定結果を、M e N Bの判定記憶モジュールに記憶する。これにより、次の時刻 t + 1 で、M e N B送信無しまたはM e N B送信有りに応じる動作が実行できるようにする。

[0123] ステップ906で、M e N Bにおける判定記憶モジュールは、現在時刻 t

での送信判定結果を、MeNBにおける送信スイッチに伝送する。これにより、該MeNBのデータ送信を相応に制御する。

[0124] ステップ907で、判定記憶モジュールは、現在時刻 t での送信判定結果を、1つまたは複数のPeNBへフィードバックし、PeNBは、受信された結果に基づいて、PUEスケジューリングを行って、相応のデータ送信を実行する。

[0125] 説明すべきものとして、図9に示すフローにおけるステップは、順序に従って実行することが要求されない。例えば、ステップ901を実行すると同時に、ステップ907を実行することができる。

[0126] 本発明のほかの具体的な実現において、ステップ902および903は、実行する必要がない。相応に、判定記憶モジュールが現在時刻 t での送信判定結果をPeNBへフィードバックした後、現在時刻 t での送信判定結果がMeNB送信無しである場合、各PeNBは、MeNB送信無しに応じて、該PeNBユーザスケジューリングを行って、自局の現在時刻 t でのスループット $C_{p_j}(t)$ を得て、前記MeNBの送信判定モジュールに送信し、現在時刻 t での送信判定結果がMeNB送信有りである場合、各PeNBは、MeNB送信有りに応じて、該PeNBユーザスケジューリングを行って、自局の現在時刻 t でのスループット $C_{p_j}(t)$ を得て、前記MeNBの送信判定モジュールに送信する。

[0127] 図10は、本発明の1つの実施例における異種ネットワークのセル間干渉調整方法を示す。該方法は、下記のステップを含む。

[0128] ステップ1001で、判定記憶モジュールから得られた現在時刻 t での送信判定結果 $d(t)$ に基づいて、MeNBにおけるMUEスケジューリングモジュールは、該MeNBの送信データ量 $D_{m,i}(t)$ を決定する。

[0129] ステップ1002で、1つまたは複数のPeNBは、PUEのフィードバック情報をMeNBに提供する。具体的に、PeNBは、CQI、PMIなどをMeNBにおけるPUE性能推定モジュールに提供し、PUEの正確受信指示情報ACK/NACKを、MeNBにおける実際スループット計算モ

ジュールを提供する。ここで、ACKは、PUEがPeNBから送信されたデータを正確に受信したことを表し、NACKは、PUEがPeNBから送信されたデータを正確に受信しなかったことを表す。

[0130] ステップ1003で、PUE性能推定モジュールは、得られたPUEのフィードバック情報に基づいて、1つまたは複数のPeNBの送信データ量 $D_{p,j,i}(t)$ を決定する。

[0131] ステップ1004で、MeNBにおける実際スループット計算モジュールは、全ての送信ポイントの時刻 $t-\tau$ および $t-\tau-1$ での総実際スループットを決定する。

[0132] ステップ1005で、送信判定モジュールは、現在時刻 t において、下記的方式を採用して、次の時刻 $t+1$ での送信判定結果 $d(t+1)$ を決定する。

[0133] 具体的に、MeNBにおける送信判定モジュールは、時刻 $t-\tau$ での実際スループット

[数128]

$$\sum_i (D_{m,i}(t-\tau) \cdot AN_{m,i}(t-\tau)) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_i (D_{p,j,i}(t-\tau) \cdot AN_{p,j,i}(t-\tau))$$

と、時刻 $t-\tau-1$ での実際スループット

[数129]

$$\sum_i (D_{m,i}(t-\tau-1) \cdot AN_{m,i}(t-\tau-1)) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_i (D_{p,j,i}(t-\tau-1) \cdot AN_{p,j,i}(t-\tau-1))$$

との大きさを比較する。時刻 $t-\tau$ での実際スループットが時刻 $t-\tau-1$ での実際スループットより大きい場合、 $d(t+1) = d(t)$ にする。時刻 $t-\tau$ での実際スループットが時刻 $t-\tau-1$ での実際スループットより大きくない場合、 $d(t+1)$ を $d(t)$ と異なるように設定する。

[0134] ここで、 τ は、正確受信指示情報のフィードバック時間遅延であり、 $D_{m,i}$

($t - \tau$) は、M e N B の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの時刻 $t - \tau$ での送信データ量であり、 $D_{Pj, i}(t - \tau)$ は、 j 番目の P e N B の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの時刻 $t - \tau$ での送信データ量である。 $A N_{m, i}(t - \tau)$ は、M e N B の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの時刻 $t - \tau$ での正確受信指示情報であり、 $A N_{Pj, i}(t - \tau)$ は、 j 番目の P e N B の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの時刻 $t - \tau$ での正確受信指示情報であり、この両者の値がいずれも 0 または 1 である。具体的に、ACK を受信した場合、 $A N_{m, i}(t - \tau)$ または $A N_{Pj, i}(t - \tau)$ の値が 1 であり、NACK を受信した場合、 $A N_{m, i}(t - \tau)$ または $A N_{Pj, i}(t - \tau)$ の値が 0 である。

[0135] ステップ 1006 ~ 1008 は、図 9 におけるステップ 905 ~ 907 と同じであり、ここで説明を省略する。

[0136] 本発明の実施例では、通常基地局も提供されている。図 11 に示すように、該通常基地局は、

通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得るユーザスケジューリングモジュール 1101 と、

1 つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの性能推定パラメータを取得し、前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、異なる送信ポイントの実際の伝送特性に関する、通常基地局送信無しの場合での優先度と通常基地局送信有りの場合での優先度とを決定して、前記優先度を比較することで、送信判定結果を得る送信判定モジュール 1102 と、を含む。

[0137] 本発明の例示的な実現において、送信判定モジュール 1102 は、図 1 ~ 8 のフローに示す数式およびステップに従って、優先度を決定することができ、ここで説明を省略する。

[0138] さらに、該通常基地局は、

前記1つまたは複数の低電力基地局から、低電力基地局ユーザのフィードバック情報を受信し、通常基地局送信無しの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第1ユーザセット A_{Pj} を得、通常基地局送信有りの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第2ユーザセット B_{Pj} を得、前記第1ユーザセット A_{Pj} および前記第2ユーザセット B_{Pj} に対して、性能推定をそれぞれ行って、相応の性能推定パラメータを得る性能推定モジュール1103も含む。

[0139] 勿論、本発明のほかの具体的な実現において、低電力基地局により、性能推定パラメータを直接に通常基地局の送信判定モジュール1102へフィードバックすることもできる。具体的なフローについて、図5～8を参照して、ここで説明を省略する。

[0140] さらに、該通常基地局は、

前記送信判定結果に基づいて、前記通常基地局のデータ送信をオンまたはオフにする送信スイッチ1104も含む。

[0141] 本発明の実施例では、異種ネットワークも提供されている。該異種ネットワークは、

通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得、該通常基地局のカバー範囲内にある1つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの性能推定パラメータを取得し、前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、異なる送信ポイントの実際の伝送特性に関する、通常基地局送信無しの場合での優先度と通常基地局送信有りの場合での優先度とを決定して、前記優先度を比較することで、送信判定結果を得、前記送信判定結果に基づいて、データ送信を行う通常基地局と、

自局のユーザのフィードバック情報に基づいて、プリスケジューリングを行って、通常基地局送信無しの場合での第1ユーザセット A_{Pj} と、通常基地局送信有りの場合での第2ユーザセット B_{Pj} とを得、第1ユーザセット A_{Pj}

および第2ユーザセット B_{p_j} に対して、性能推定をそれぞれ行って、得られた性能推定パラメータを前記通常基地局へフィードバックする前記1つまたは複数の低電力基地局と、を含む。

[0142] 本発明の例示的な実現において、通常基地局は、図1～8のフローに示す数式およびステップに従って、優先度を決定することができ、ここで説明を省略する。

[0143] 具体的に、前記通常基地局は、さらに、前記送信判定結果を前記1つまたは複数の低電力基地局へフィードバックする。前記低電力基地局は、さらに、前記送信判定結果に基づいて、第1ユーザセット A_{p_j} および第2ユーザセット B_{p_j} の中から、相応のユーザセットを決定して、データ送信を行う。

[0144] 本発明では、ほかの通常基地局も提供されている。図12に示すように、該通常基地局は、

現在時刻 t での送信判定結果に基づいて、該通常基地局の前記現在時刻 t での推定スループット $C_m(t)$ を決定するユーザスケジューリングモジュール1201と、

通常基地局の推定スループット $C_m(t)$ と、前記1つまたは複数の低電力基地局の前記現在時刻 t での推定スループット合計

[数130]

$$\sum_{j=1}^{N_{PRNR}} C_{p_j}(t)$$

との和

[数131]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PRNR}} C_{p_j}(t)$$

を得、かつ前の時刻 $t-1$ での推定スループットの和

[数132]

$$C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t-1)$$

を得、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を決定することにより、前記送信判定結果に基づいて、次の時刻 $t + 1$ で、通常基地局送信無しまたは通常基地局送信有りに応じる動作が実行できるようにする送信判定モジュール 1202 と、を含む。

[0145] 本発明の 1 つの具体的な実現において、該通常基地局は、現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信無しである場合、通常基地局送信無しに応じて、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、前記 1 つまたは複数の低電力基地局の現在時刻 t での推定スループット合計

[数133]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t)$$

を得、現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信有りである場合、通常基地局送信有りに応じて、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、前記 1 つまたは複数の低電力基地局の現在時刻 t での推定スループット合計

[数134]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} C_{p_j}(t)$$

を得る性能推定モジュール 1203 をさらに含む。

[0146] 本発明の 1 つの具体的な実現において、該通常基地局は、前記現在時刻 t での送信判定結果に基づいて、前記通常基地局のデータ送信をオンまたはオフにする送信スイッチ 1204 をさらに含む。

[0147] 本発明の１つの具体的な実現において、該通常基地局は、各時刻での送信判定結果を記憶し、現在時刻 t での送信判定結果を前記送信判定モジュール 1202 に提供する判定記憶モジュール 1205 をさらに含む。さらに、判定記憶モジュール 1205 は、現在時刻 t での送信判定結果をユーザスケジューリングモジュール 1201、性能推定モジュール 1203 に提供することもできる。

[0148] 前記送信判定モジュール 1202 は、現在時刻 t での総推定スループット
[数135]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} C_{p_j}(t)$$

と、前の時刻 $t-1$ での総推定スループット

[数136]

$$C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} C_{p_j}(t-1)$$

とを比較し、

[数137]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} C_{p_j}(t) \text{ が } C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きい場合、}$$

前記通常基地局は、現在時刻 t での送信判定結果の通りに、次の時刻 $t+1$ での送信判定結果を設定し、

[数138]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} C_{p_j}(t) \text{ が } C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きくない場合、}$$

前記通常基地局は、次の時刻 $t+1$ での送信判定結果を、現在時刻 t での送

信判定結果と反対になるように設定する。

[0149] 本発明の１つの具体的な実現において、該通常基地局は、前記ユーザスケジューリングモジュール１２０１から提供された $C_m(t)$ と、前記性能推定モジュール１２０３から提供された

[数139]

$$\sum_{j=1}^{N_{PcNB}} C_{p_j}(t)$$

とを記憶して、前の時刻 $t-1$ での推定スループットの和

[数140]

$$C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{PcNB}} C_{p_j}(t-1)$$

を、送信判定モジュール１２０２に提供するスループット記憶モジュール１２０６をさらに含む。

[0150] 本発明では、ほかの通常基地局も提供されている。図１３に示すように、該通常基地局は、ユーザスケジューリングモジュール１３０１、送信判定モジュール１３０２を含む。さらに、該通常基地局は、性能推定モジュール１３０３、送信スイッチ１３０４、判定記憶モジュール１３０５、実際スループット計算モジュール１３０６も含む。説明すべきものとして、図１３における通常基地局の各モジュールで実行される動作について、図１０のフローを参照して、ここで説明を省略する。

[0151] 説明すべきものとして、図１～１３に示した実施例では、図１０および図１３において、送信判定結果を決定するためのパラメータが実際スループットであること以外、ほかの実施例において、上記のパラメータはいずれも推定スループットであってもよい。また、上記の実施例において、優先度は、相応の場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを指すことができる。例えば、 $M \in NB$ 送信有りの場合で、優先度は、 $M \in NB$ と１つまた

は複数の P e N B との重み付けスループットの和である。M e N B 送信無しの場合で、優先度は、1 つまたは複数の P e N B の重み付けスループットの和である。

[0152] また、上記の実施例において、ピコ基地局 (P e N B) およびマクロ基地局 (M e N B) を例として挙げて、本発明の具体的な実現を説明したが、本発明の解決手段はこれに限定されない。例えば、P e N B をほかの低電力基地局に置き換えてもよく、M e N B をほかの通常基地局などに置き換えてもよい。また、同一通常基地局のカバー領域に位置する複数の低電力基地局は、例えば P e N B 、 f e m t o e N B などの異なるタイプの基地局であってもよい。

[0153] ここから分かるように、本発明の方法では、1 つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれの性能推定パラメータに基づいて、通常基地局送信無しの場合での優先度と通常基地局送信有りの場合での優先度とを決定して、さらに、送信判定結果を得る。このようにして、通常基地局の送信比率をより良く調整することができる。これにより、セル間干渉調整の性能を向上させる。

[0154] 勿論、本発明の上記実施例は、ただ異種ネットワークのみで例示的に説明したが、異種ネットワークに適用されることに限定されない。ほかのタイプの無線ネットワークも、該方法を使用して、セル間干渉調整を行うことができる。

[0155] 上記は、本発明の好ましい実施例にすぎず、本発明の保護範囲を限定するものではない。本発明の精神と原則内で行われる種々の修正、均等置換え、改善などは全て本発明の保護範囲内に含まれるべきである。

[0156] 本出願は、2011年5月17日出願の201110137290.0に基づく。この内容は、全てここに含めておく。

請求の範囲

[請求項1]

通常基地局と該通常基地局のカバー領域内にある1つまたは複数の低電力基地局とを送信ポイントとして少なくとも含む無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法であって、

前記通常基地局が、通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得るステップAと、

前記通常基地局が、前記1つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの、各低電力基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる性能推定パラメータを取得するステップBと、

前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、前記通常基地局が、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットとを決定するステップCと、

前記通常基地局が、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して、送信判定結果を得、前記送信判定結果に基づいて、データ送信を行うステップDと、
を含むことを特徴とする方法。

[請求項2]

前記ステップBは、

前記通常基地局が、前記1つまたは複数の低電力基地局から、低電力基地局ユーザのフィードバック情報を受信し、通常基地局送信無しの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第1ユーザセット A_{p_j} を得、通常基地局送信有りの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第2ユーザセット B_{p_j} を得、前記第1ユーザセット A_{p_j} および前記第2ユーザセット

B_{Pj} に対して、性能推定をそれぞれ行って、相応の性能推定パラメータを得る、

ことを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

[請求項3] 前記通常基地局が、前記送信判定結果を前記 1 つまたは複数の低電力基地局へフィードバックし、

前記低電力基地局が、前記送信判定結果に基づいて、自局のユーザスケジューリングを行って、データを送信する、

ことをさらに含むことを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

[請求項4] ステップ B の前に、

各低電力基地局が、自局のユーザのフィードバック情報に基づいて、プリスケジューリングを行って、通常基地局送信無しの場合での第 1 ユーザセット A_{Pj} と、通常基地局送信有りの場合での第 2 ユーザセット B_{Pj} を得、

前記低電力基地局が、第 1 ユーザセット A_{Pj} および第 2 ユーザセット B_{Pj} に対して、性能推定をそれぞれ行って、得られた性能推定パラメータを前記通常基地局へフィードバックする、

ことをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

[請求項5] 前記通常基地局が、前記送信判定結果を前記 1 つまたは複数の低電力基地局へフィードバックし、

各低電力基地局が、前記送信判定結果に基づいて、第 1 ユーザセット A_{Pj} および第 2 ユーザセット B_{Pj} の中から、相応のユーザセットを決定して、データ送信を行う、

ことをさらに含むことを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

[請求項6] 前記ステップ C は、

前記通常基地局が、数式

[数1]

$$\sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot N_{P_j}} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot f(N_{P_j})}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、

数式

[数2]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot N_m} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot N_{P_j}} \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot f(N_m)} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{\bar{R}_{P_j,i}(t) \cdot f(N_{P_j})}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、 N_m は、通常基地局のユーザ数であり、 $f(N_m)$ は、 N_m の関数であり、 N_{P_j} は、 j 番目の低電力基地局のユーザ数であり、 $f(N_{P_j})$ は、 N_{P_j} の関数であり、

[数3]

$$R'_{P_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数4]

$$R_{p,j}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数5]

$$\bar{R}_{p,j}$$

は、j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数6]

$$\bar{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

$A_{p,j}$ は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 1 ユーザセットを表し、 $B_{p,j}$ は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 2 ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項7]

前記ステップ C は、

前記通常基地局が、数式

[数7]

$$\sum_{j=1}^{N_{PCNB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{\bar{C}_{p,j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PCNB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{f(\bar{C}_{p,j}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数8]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{C}_m(t)} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{C}_{p_j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(\bar{C}_m(t))} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(\bar{C}_{p_j}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、

[数9]

$$R'_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数10]

$$R_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数11]

$$\bar{C}_{p_j}$$

は、 j 番目の低電力基地局の平均スループットであり、

[数12]

$f(\bar{C}_{p_j}(t))$ は、 $\bar{C}_{p_j}$ の関数

であり、

[数13]

$\bar{C}_m$

は、通常基地局の平均スループットであり、

[数14]

$f(\bar{C}_m(t))$ は、 $\bar{C}_m$ の関数

であり、

A_{p_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 1 ユーザセットを表し、 B_{p_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第 2 ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項8] 前記通常基地局が自局のフレーム数情報を記憶する、ことをさらに含むことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項9] 前記ステップ C は、
前記通常基地局が、数式

[数15]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{F2NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_m) \text{ または } \left(\sum_{j=1}^{N_{F2NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_l(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み

付けスループットを決定し、かつ、数式

[数16]

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} \sum_{i \in B_{P_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{PENB}} \sum_{i \in B_{P_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 N_{PENB} は、低電力基地局の数であり、

[数17]

$$R'_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数18]

$$R_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

A_{P_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 B_{P_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた

第2ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 f_1 (T, T_m, T_n) および f_2 (T, T_m, T_n) は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である、

ことを特徴とする請求項8に記載の方法。

[請求項10]

前記ステップCは、

前記通常基地局が、数式

[数19]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数20]

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{FeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 N_{FeNB} は、低電力基地局の数であり、

[数21]

$$R'_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数22]

$$R_{p_j,i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数23]

$$\bar{R}_{p_j,i}$$

は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数24]

$$\bar{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

A_{p_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 B_{p_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 f_1

(T , T_m , T_n) および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

[請求項 11]

前記ステップ C は、

前記通常基地局は、数式

[数 25]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数 26]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{W_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(W_{m,i}(t))} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 $W_{P_j, i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{P_j, i}(t))$ は、 $W_{P_j, i}(t)$ の関数であり、 $W_{m, i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{m, i}(t))$ は、 $W_{m, i}(t)$ の関数である、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項 12]

前記ステップ C は、

前記通常基地局が、数式

[数27]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} (R'_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数28]

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot S_{m,i}(t)) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot f(S_{m,i}(t))) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定する、ことを含み、

ここで、 $S_{P_j, i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{P_j, i}(t))$ は、 $S_{P_j, i}(t)$ の関数であり、 $S_{m, i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{m, i}(t))$ は、 $S_{m, i}(t)$ の関数である、

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

[請求項13]

無線ネットワークにおける基地局であって、

通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得るユーザスケジューリングモジュールと、

1 つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれの、各低電力基地局の実際の

伝送特性に関するパラメータが含まれる性能推定パラメータを取得し、前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットとを決定し、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して、送信判定結果を得る送信判定モジュールと、
を含むことを特徴とする基地局。

[請求項14] 前記1つまたは複数の低電力基地局から、低電力基地局ユーザのフィードバック情報を受信し、通常基地局送信無しの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第1ユーザセット A_{p_j} を得、通常基地局送信有りの場合に対して、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、第2ユーザセット B_{p_j} を得、前記第1ユーザセット A_{p_j} および前記第2ユーザセット B_{p_j} に対して、性能推定をそれぞれ行って、相応の性能推定パラメータを得る性能推定モジュールを、
さらに含むことを特徴とする請求項13に記載の基地局。

[請求項15] 前記送信判定結果に基づいて、前記通常基地局のデータ送信をオンまたはオフにする送信スイッチを、
さらに含むことを特徴とする請求項13に記載の基地局。

[請求項16] 前記送信判定モジュールは、数式

[数29]

$$\sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{R_{p_j,i}(t) \cdot f(N_{p_j})}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数30]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot N_m} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t) \cdot N_{p_j}} \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{\bar{R}_{m,i}(t) \cdot f(N_m)} + \sum_{j=1}^{N_{P \in NB}} \sum_{i \in B_{p_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{\bar{R}_{p_j,i}(t) \cdot f(N_{p_j})}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、 N_m は、通常基地局のユーザ数であり、 $f(N_m)$ は、 N_m の関数であり、 N_{p_j} は、 j 番目の低電力基地局のユーザ数であり、 $f(N_{p_j})$ は、 N_{p_j} の関数であり、

[数31]

$$R_{p_j,i}^*$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数32]

$$R_{p_j,i}(t)$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数33]

$$\bar{R}_{p_j,i}$$

は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数34]

$$\overline{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

$A_{p,j}$ は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 $B_{p,j}$ は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す、

ことを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の基地局。

[請求項17]

前記送信判定モジュールは、数式

[数35]

$$\sum_{j=1}^{N_{p2NB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{C_{p,j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{p2NB}} \sum_{i \in A_{p,j}} \frac{R'_{p,j,i}(t)}{f(C_{p,j}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数36]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{C_m(t)} + \sum_{j=1}^{N_{p2NB}} \sum_{i \in B_{p,j}} \frac{R_{p,j,i}(t)}{C_{p,j}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(C_m(t))} + \sum_{j=1}^{N_{p2NB}} \sum_{i \in B_{p,j}} \frac{R_{p,j,i}(t)}{f(C_{p,j}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低

電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、

[数37]

$$R'_{P_j, i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数38]

$$R_{P_j, i}$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m, i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数39]

$$\bar{C}_{P_j}$$

は、 j 番目の低電力基地局の平均スループットであり、

[数40]

$$f(\bar{C}_{P_j}(t)) \text{ は、 } \bar{C}_{P_j} \text{ の関数}$$

であり、

[数41]

$$\bar{C}_m$$

は、通常基地局の平均スループットであり、

[数42]

$f(\bar{C}_m(t))$ は、 $\bar{C}_m$ の関数

であり、

A_{p_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 B_{p_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、 M_m は、通常基地局でスケジューリングされた通常基地局ユーザセットを表す、

ことを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の基地局。

[請求項18]

該通常基地局のフレーム数情報を記憶する送信記憶モジュールをさらに含み、

前記送信判定モジュールは、数式

[数43]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in A_{p_j}} R'_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数44]

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} R_{m,i}(t) + \sum_{j=1}^{N_{PNB}} \sum_{i \in B_{p_j}} R_{p_j,i}(t) \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み

付けスループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 $N_{P \in NB}$ は、低電力基地局の数であり、

[数45]

$$R'_{P_j, i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数46]

$$R_{P_j, i}(t)$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、 $R_{m, i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

A_{P_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 B_{P_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である、

ことを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の基地局。

[請求項19]

該通常基地局のフレーム数情報を記憶する送信記憶モジュールをさらに含み、

前記送信判定モジュールは、数式

[数47]

$$\left(\sum_{j=1}^{N_{PB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_m) \quad \text{または} \quad \left(\sum_{j=1}^{N_{PB}} \sum_{i \in A_{P_j}} \frac{R'_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot f_1(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数48]

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot (T - T_n) \quad \text{または}$$

$$\left(\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{R_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{P_j,i}(t)}{R_{P_j,i}(t)} \right) \cdot f_2(T, T_m, T_n)$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 t は、現在時刻を表し、 i は、前記通常基地局または各低電力基地局のユーザ番号であり、 j は、低電力基地局の番号であり、 P_j は、 j 番目の低電力基地局を表し、 N_{PB} は、低電力基地局の数であり、

[数49]

$$R'_{P_j,i}$$

は、通常基地局送信無しの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数50]

$$R_{P_j,i}(t)$$

は、通常基地局送信有りの場合での j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数51]

$$\bar{R}_{p_j,i}$$

は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、 $R_{m,i}$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザのスループットであり、

[数52]

$$\bar{R}_{m,i}$$

は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザの平均スループットであり、

A_{p_j} は、通常基地局送信無しの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第1ユーザセットを表し、 B_{p_j} は、通常基地局送信有りの場合に j 番目の低電力基地局でスケジューリングされた第2ユーザセットを表し、

T は、総フレーム数であり、 T_m は、通常基地局の送信無しフレーム数であり、 T_n は、通常基地局の送信有りフレーム数であり、 $f_1(T, T_m, T_n)$ および $f_2(T, T_m, T_n)$ は、いずれも T 、 T_m 、 T_n の関数である、

ことを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の基地局。

[請求項20]

前記送信判定モジュールは、数式

[数53]

$$\sum_{j=1}^{N_{p \in NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{p \in NB}} \sum_{i \in A_{p_j}} \frac{R'_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み

付けスループットを決定し、かつ、数式

[数54]

$$\sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{W_{m,i}(t)} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{W_{p_j,i}(t)} \quad \text{または} \quad \sum_{i \in M_m} \frac{R_{m,i}(t)}{f(W_{m,i}(t))} + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} \frac{R_{p_j,i}(t)}{f(W_{p_j,i}(t))}$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、

ここで、 $W_{P_j, i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{P_j, i}(t))$ は、 $W_{P_j, i}(t)$ の関数であり、 $W_{m, i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送先とすべきデータ総量を表し、 $f(W_{m, i}(t))$ は、 $W_{m, i}(t)$ の関数である、

ことを特徴とする請求項 13～15 のいずれか 1 項に記載の基地局。

[請求項21] 前記送信判定モジュールは、数式

[数55]

$$\sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または} \quad \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in A_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットを決定し、かつ、数式

[数56]

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot S_{m,i}(t)) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot S_{p_j,i}(t)) \quad \text{または}$$

$$\sum_{i \in M_m} (R_{m,i}(t) \cdot f(S_{m,i}(t))) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_{i \in B_{P_j}} (R_{p_j,i}(t) \cdot f(S_{p_j,i}(t)))$$

によって、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み

付けスループットを決定し、

ここで、 $S_{Pj,i}(t)$ は、 j 番目の低電力基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{Pj,i}(t))$ は、 $S_{Pj,i}(t)$ の関数であり、 $S_{m,i}(t)$ は、通常基地局の相応のユーザセットにおける i 番目のユーザを伝送元とすべきデータ総量を表し、 $f(S_{m,i}(t))$ は、 $S_{m,i}(t)$ の関数である、

ことを特徴とする請求項 13～15 のいずれか 1 項に記載の基地局。

[請求項22]

無線ネットワークであって、

通常基地局ユーザのフィードバック情報に基づいて、スケジューリングを行って、該通常基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる該通常基地局のユーザスケジューリング結果を得、該通常基地局のカバー範囲内にある 1 つまたは複数の低電力基地局の、通常基地局送信無しの場合および通常基地局送信有りの場合それぞれでの、各低電力基地局の実際の伝送特性に関するパラメータが含まれる性能推定パラメータを取得し、前記性能推定パラメータと前記通常基地局のユーザスケジューリング結果とに基づいて、通常基地局送信無しの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットと、通常基地局送信有りの場合での全ての送信ポイントの重み付けスループットとを決定し、前記全ての送信ポイントの重み付けスループットを比較して、送信判定結果を得、前記送信判定結果に基づいて、データ送信を行う通常基地局と、

自局のユーザのフィードバック情報に基づいて、プリスケジューリングを行って、通常基地局送信無しの場合での第 1 ユーザセット A_{Pj} と、通常基地局送信有りの場合での第 2 ユーザセット B_{Pj} とを得、第 1 ユーザセット A_{Pj} および第 2 ユーザセット B_{Pj} に対して、性能推定をそれぞれ行って、得られた性能推定パラメータを前記通常基地局へフィードバックする前記 1 つまたは複数の低電力基地局と、

を含むことを特徴とする無線ネットワーク。

[請求項23] 前記通常基地局は、さらに、前記送信判定結果を前記1つまたは複数の低電力基地局へフィードバックし、

前記低電力基地局は、さらに、前記送信判定結果に基づいて、第1ユーザセット A_{Pj} および第2ユーザセット B_{Pj} の中から、相応のユーザセットを決定して、データ送信を行う、

ことを特徴とする請求項22に記載の無線ネットワーク。

[請求項24] 通常基地局と該通常基地局のカバー領域内にある1つまたは複数の低電力基地局とを送信ポイントとして少なくとも含む無線ネットワークにおけるセル間干渉調整方法であって、

前記通常基地局が、現在時刻 t での送信判定結果に基づいて、該通常基地局の第1時刻 t_1 でのスループットを決定するステップAと、

前記通常基地局が、前記1つまたは複数の低電力基地局の第1時刻 t_1 でのスループットを取得するステップBと、

前記通常基地局が、全ての送信ポイントの第1時刻 t_1 でのスループットと、第1時刻より前の第2時刻 t_2 でのスループットとの比較結果に基づいて、次の時刻 $t+1$ での送信判定結果を決定することにより、前記送信判定結果に基づいて、次の時刻 $t+1$ で、通常基地局送信無しまたは通常基地局送信有りに応じる動作が実行できるようにするステップCと、

を含むことを特徴とする方法。

[請求項25] 前記ステップAは、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信無しである場合、前記通常基地局が、現在時刻 t での推定スループット $C_m(t)$ を0に設定し、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信有りである場合、前記通常基地局が、通常基地局のユーザスケジューリングを行って、現在時刻 t での推定スループット $C_m(t)$ を得る、

ことを含むことを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

[請求項26]

前記ステップ B は、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信無しである場合、前記通常基地局が、通常基地局送信無しに応じて、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、前記 1 つまたは複数の低電力基地局の現在時刻 t での推定スループット合計

[数57]

$$\sum_{j=1}^{N_{PUB}} C_{p_j}(t)$$

を得、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信有りである場合、前記通常基地局が、通常基地局送信有りに応じて、低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、前記 1 つまたは複数の低電力基地局の現在時刻 t での推定スループット合計

[数58]

$$\sum_{j=1}^{N_{PUB}} C_{p_j}(t)$$

を得る、

ことを含むことを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

[請求項27]

前記ステップ B は、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信無しである場合、各低電力基地局が、通常基地局送信無しに応じて、該低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、自局の現在時刻 t での推定スループット $C_{p_j}(t)$ を得て、前記通常基地局に送信し、

現在時刻 t での送信判定結果が通常基地局送信有りである場合、各低電力基地局が、通常基地局送信有りに応じて、該低電力基地局のユーザスケジューリングを行って、自局の現在時刻 t での推定スループ

ット $C_{p_j}(t)$ を得て、前記通常基地局に送信する、
 ことを含むことを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

[請求項 28]

前記ステップ C は、

前記通常基地局が、現在時刻 t での総推定スループット

[数 59]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{P, NB}} C_{p_j}(t)$$

と、前の時刻 $t - 1$ での総推定スループット

[数 60]

$$C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{P, NB}} C_{p_j}(t-1)$$

とを比較し、

[数 61]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{P, NB}} C_{p_j}(t) \text{ が } C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{P, NB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きい場合、}$$

前記通常基地局が、現在時刻 t での送信判定結果の通りに、次の時刻
 $t + 1$ での送信判定結果を設定し、

[数 62]

$$C_m(t) + \sum_{j=1}^{N_{P, NB}} C_{p_j}(t) \text{ が } C_m(t-1) + \sum_{j=1}^{N_{P, NB}} C_{p_j}(t-1) \text{ より大きくない場合、}$$

前記通常基地局が、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を、現在時刻 t
 での送信判定結果と反対になるように設定する、
 ことを含むことを特徴とする請求項 24 ～ 27 のいずれか 1 項に記載
 の方法。

[請求項 29]

前記ステップ C は、

前記通常基地局が、第 1 時刻 $t - \tau$ での実際スループット

[数63]

$$\sum_i (D_{m,i}(t-\tau) \cdot AN_{m,i}(t-\tau)) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_i (D_{Pj,i}(t-\tau) \cdot AN_{Pj,i}(t-\tau))$$

と、第 2 時刻 $t - \tau - 1$ での実際スループット

[数64]

$$\sum_i (D_{m,i}(t-\tau-1) \cdot AN_{m,i}(t-\tau-1)) + \sum_{j=1}^{N_{PeNB}} \sum_i (D_{Pj,i}(t-\tau-1) \cdot AN_{Pj,i}(t-\tau-1))$$

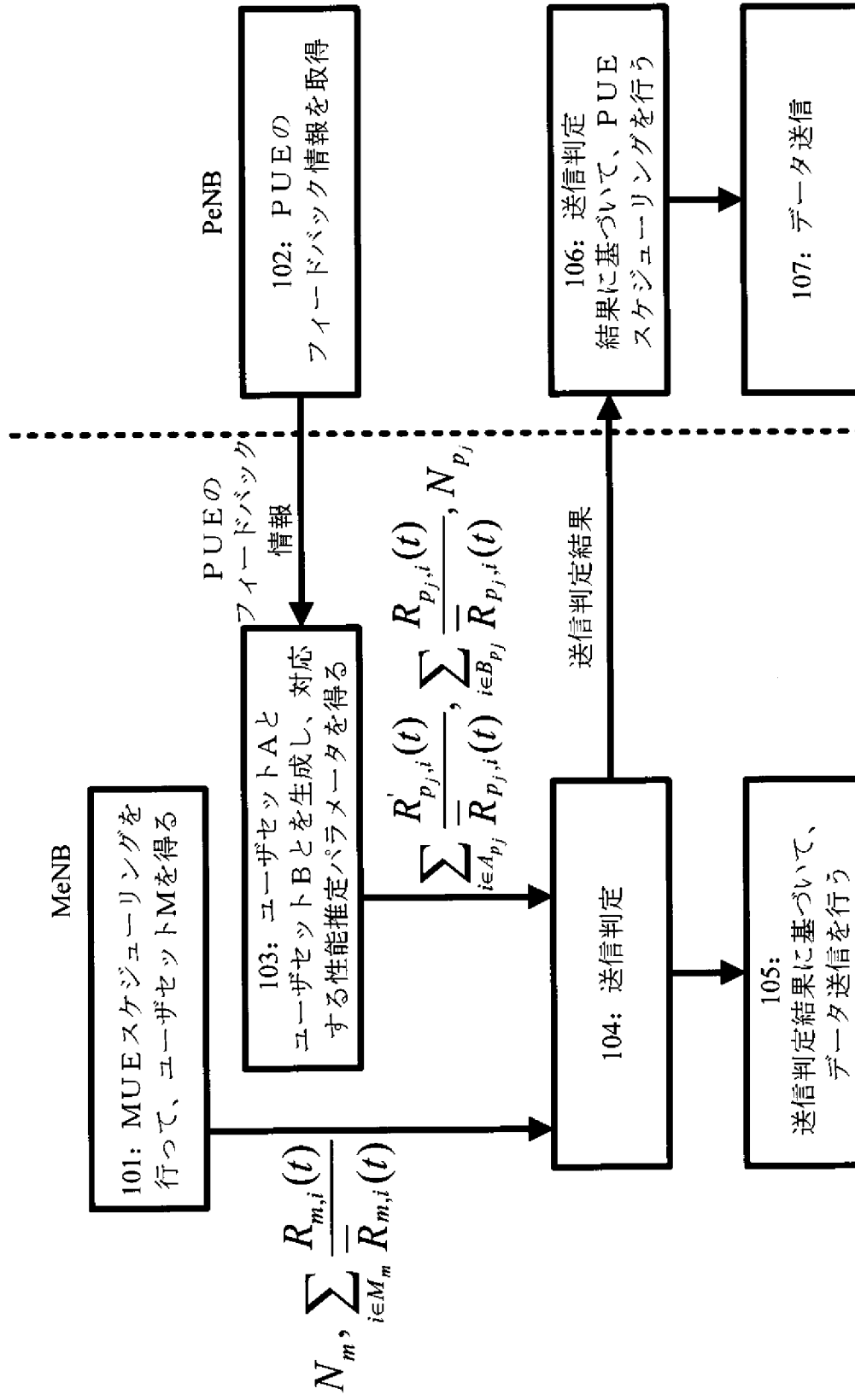
とを比較し、

第 1 時刻 $t - \tau$ での実際スループットが第 2 時刻 $t - \tau - 1$ での実際スループットより大きい場合、前記通常基地局が、現在時刻 t での送信判定結果の通りに、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を設定し、

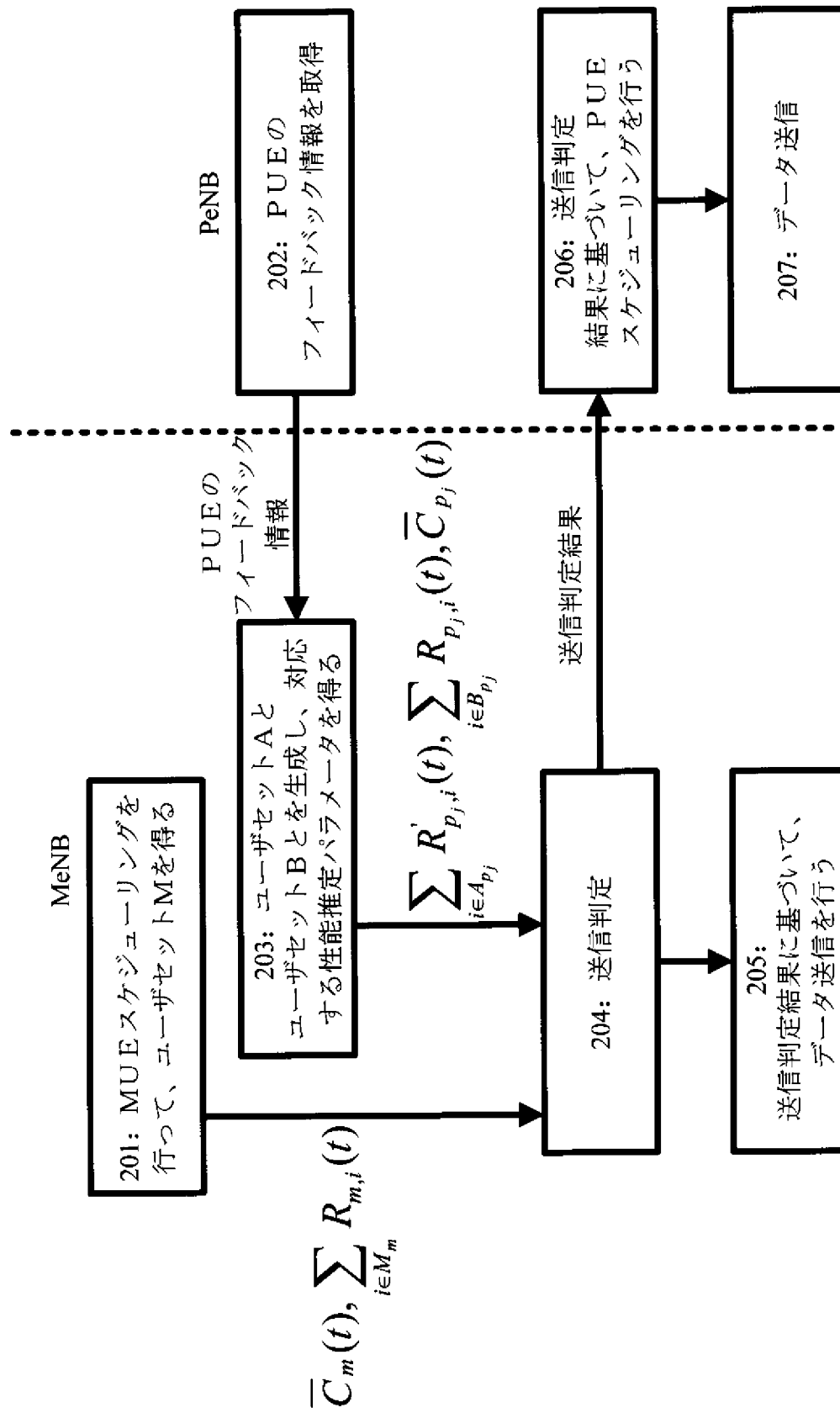
第 1 時刻 $t - \tau$ での実際スループットが第 2 時刻 $t - \tau - 1$ での実際スループットより大きくない場合、前記通常基地局が、次の時刻 $t + 1$ での送信判定結果を、現在時刻 t での送信判定結果と反対になるように設定する、ことを含み、

ここで、 $D_{m,i}$ は、通常基地局の i 番目のユーザの実際の送信データ量であり、 $D_{Pj,i}$ は、 j 番目の低電力基地局の i 番目のユーザの実際の送信データ量であり、 $AN_{m,i}$ は、通常基地局の i 番目のユーザの相応データの正確受信指示情報であり、 $AN_{Pj,i}$ は、 j 番目の低電力基地局の i 番目のユーザの相応データの正確受信指示情報であり、 τ は、正確受信指示情報のフィードバック時間遅延である、ことを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

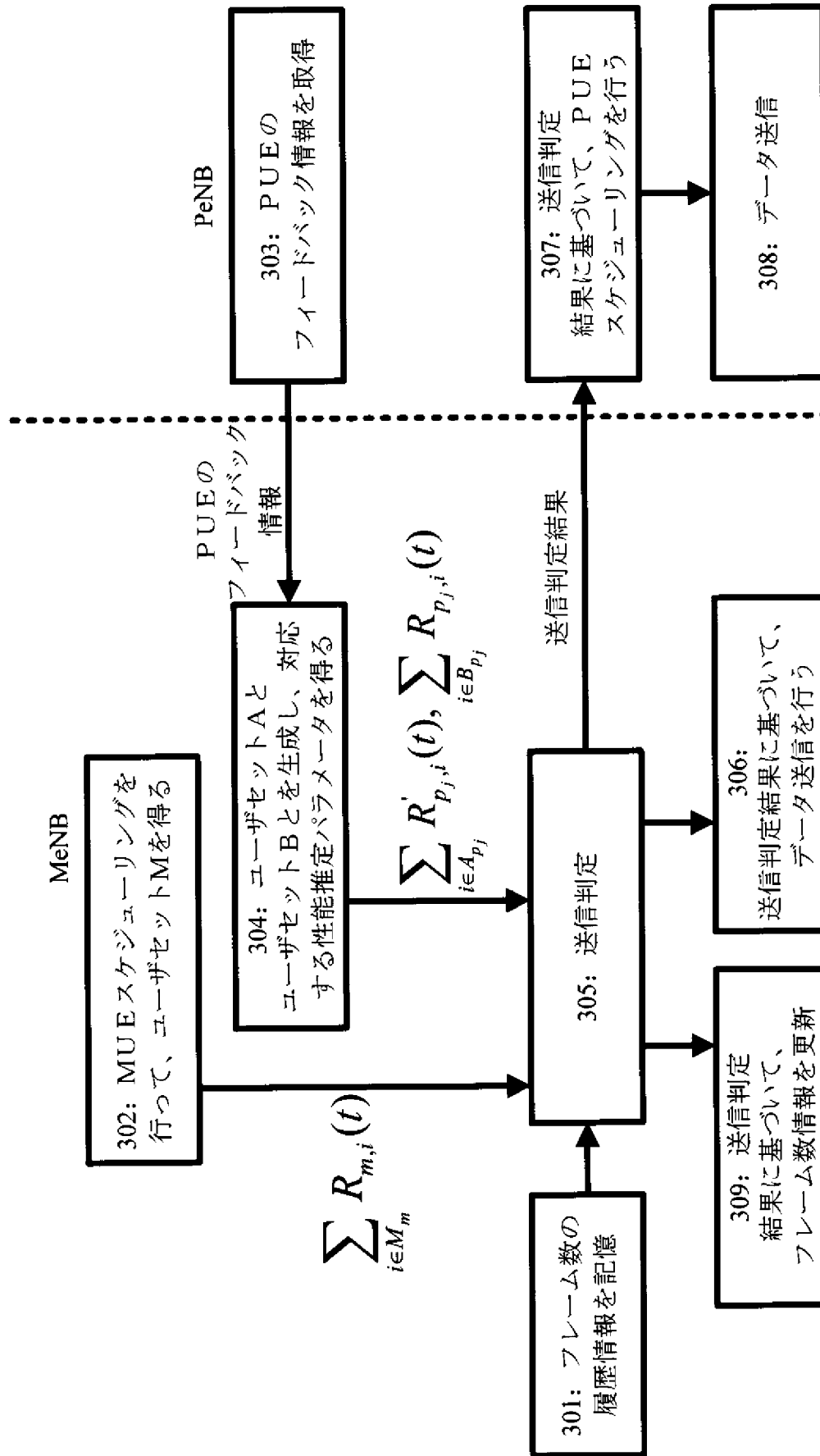
[図1]



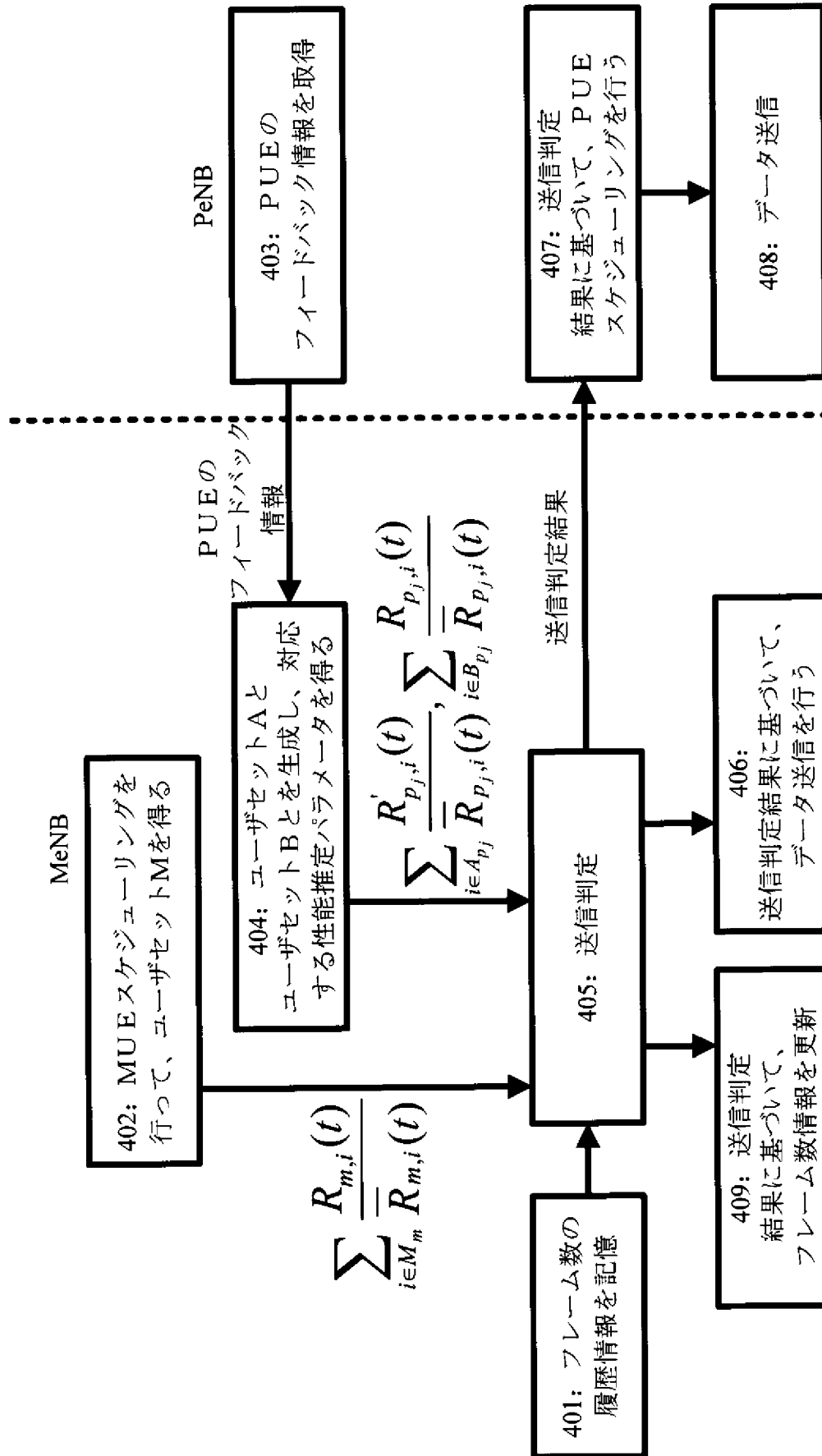
[図2]



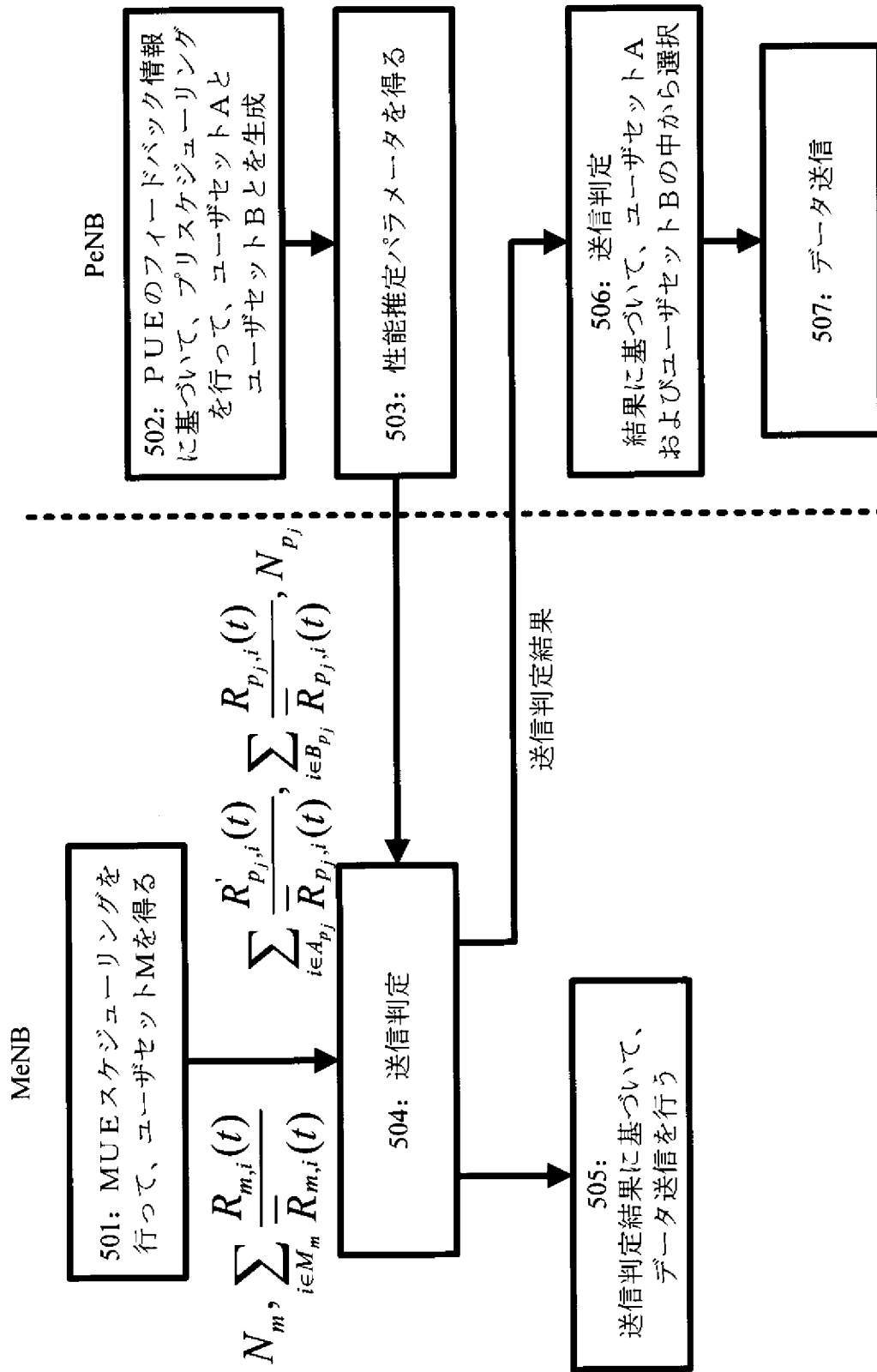
[図3]



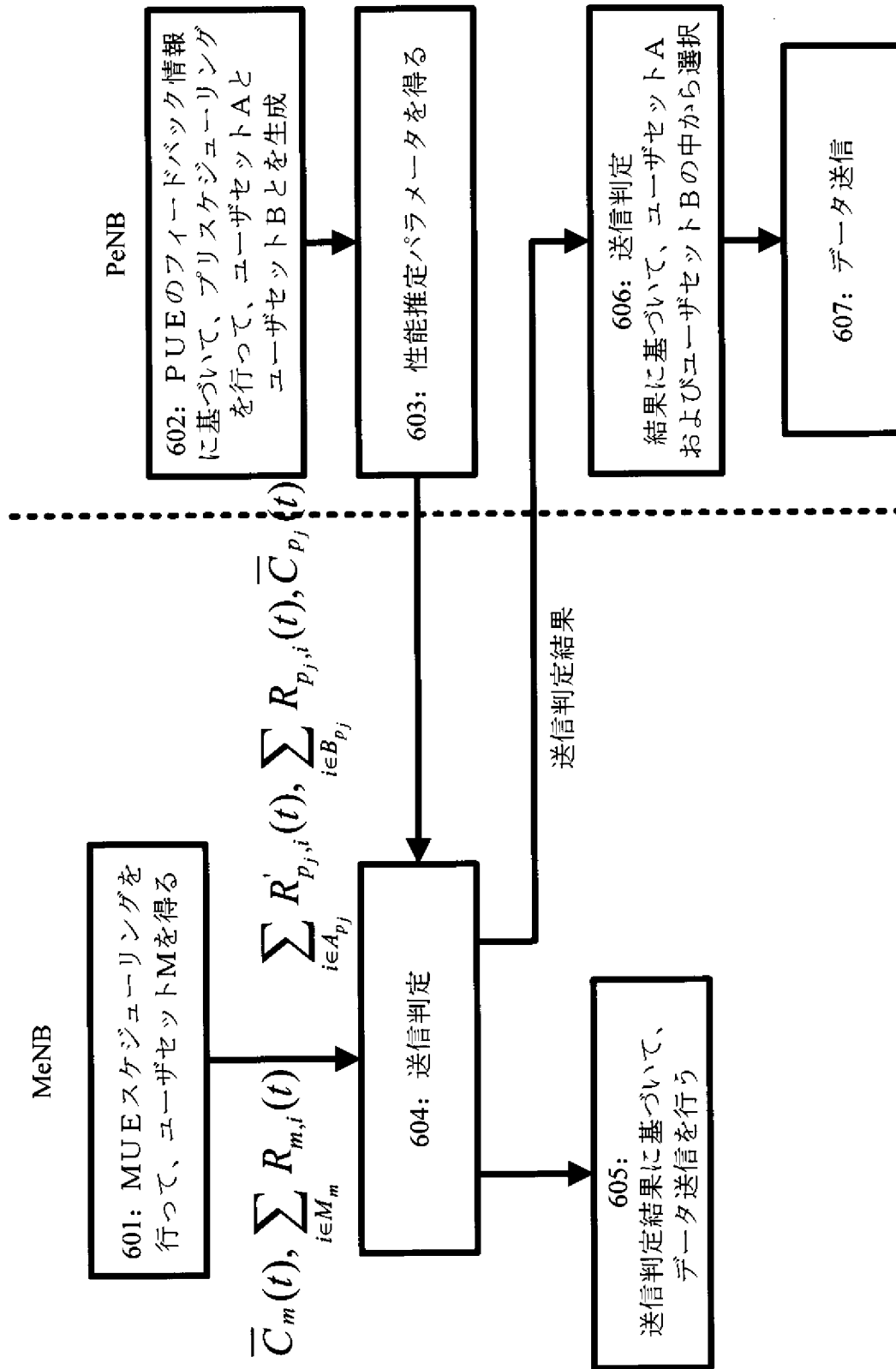
[図4]



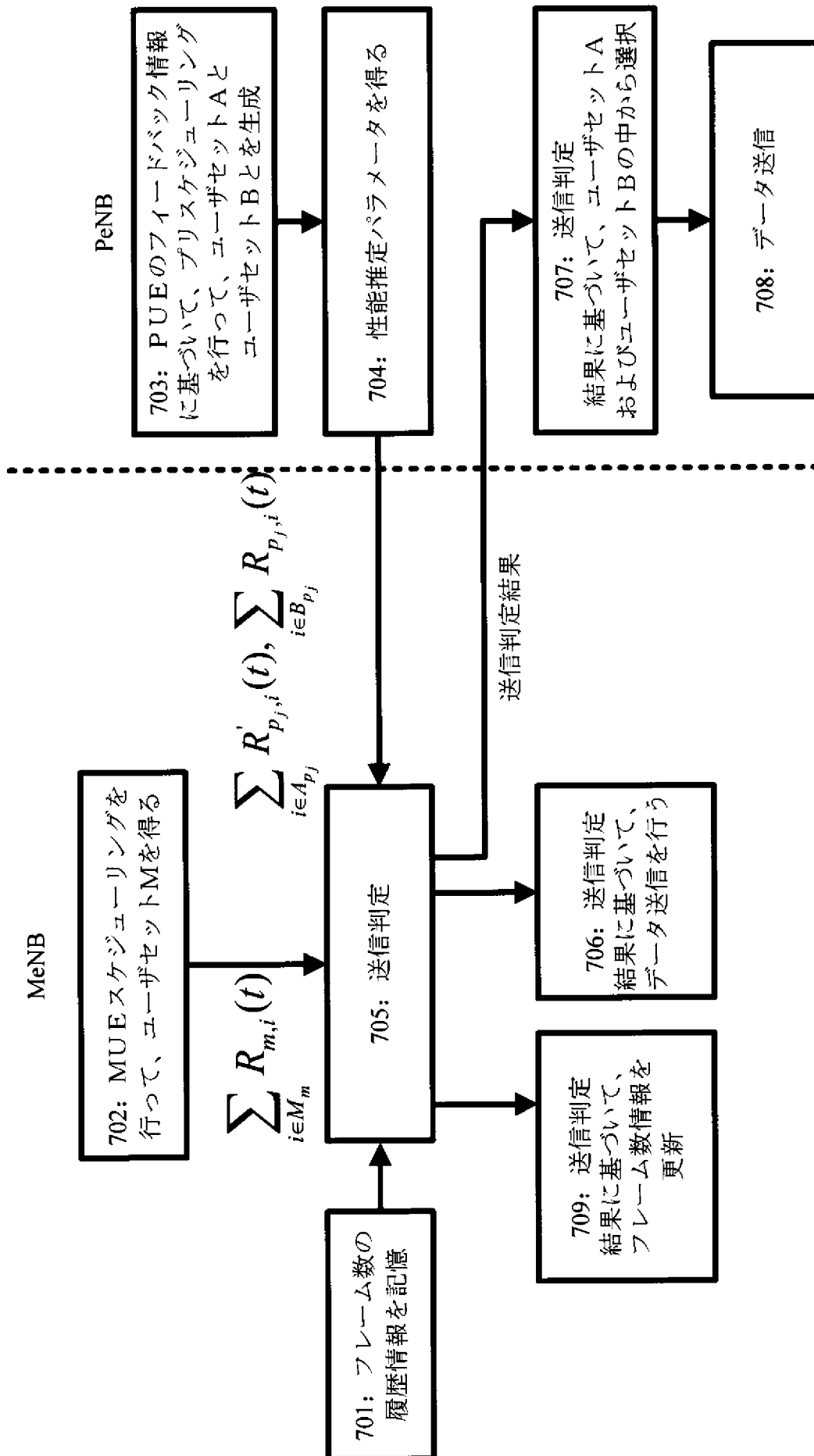
[図5]



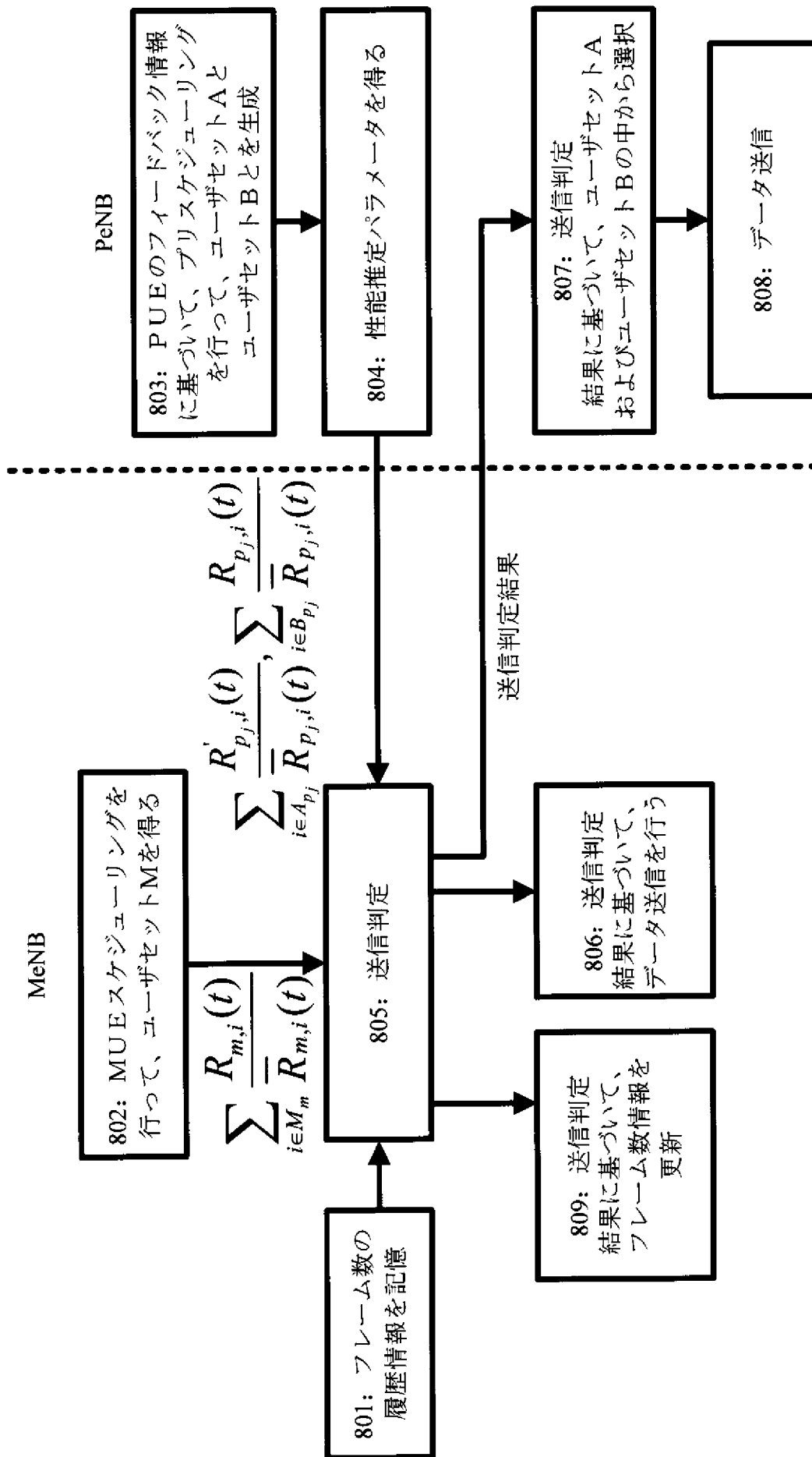
[図6]



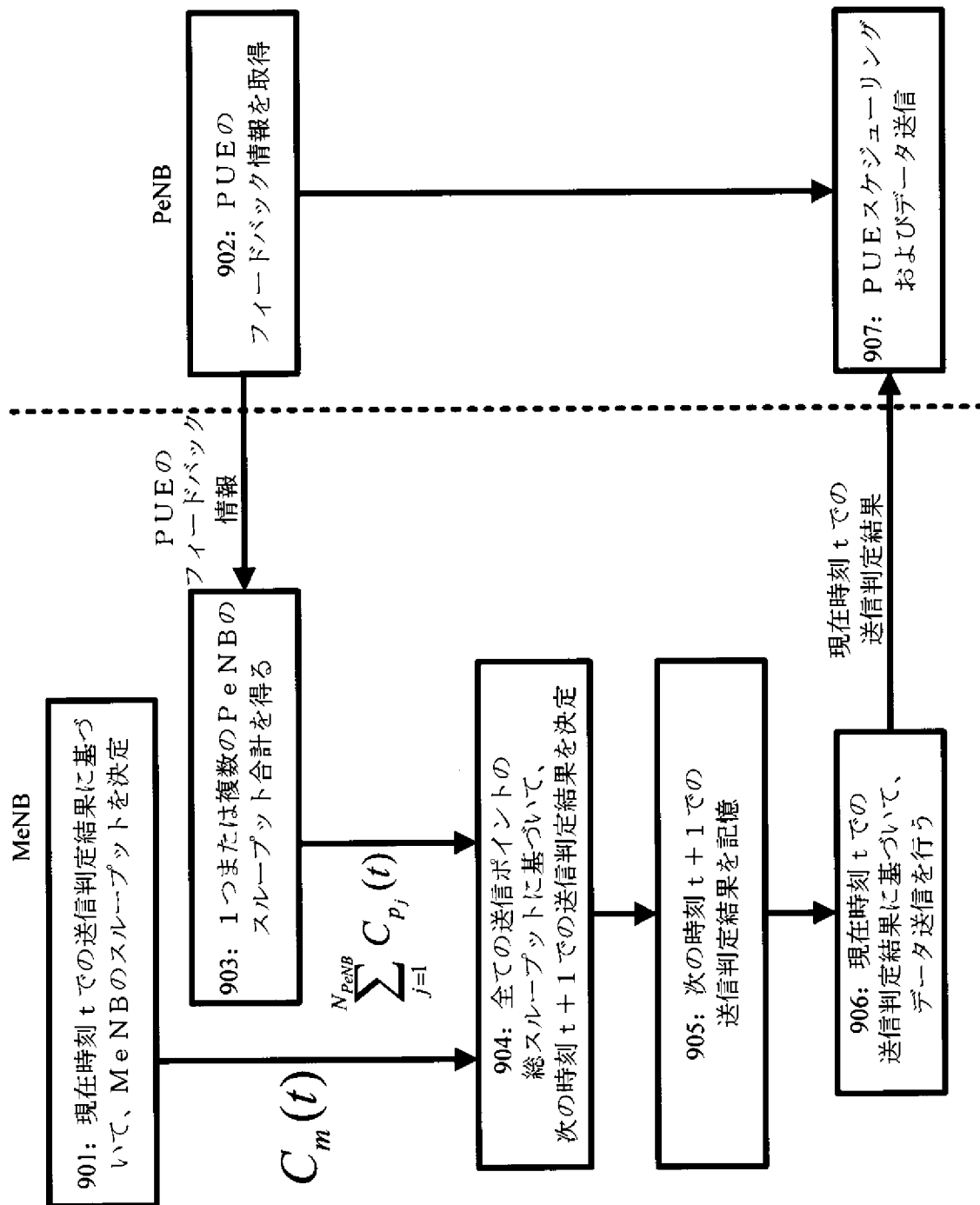
[図7]



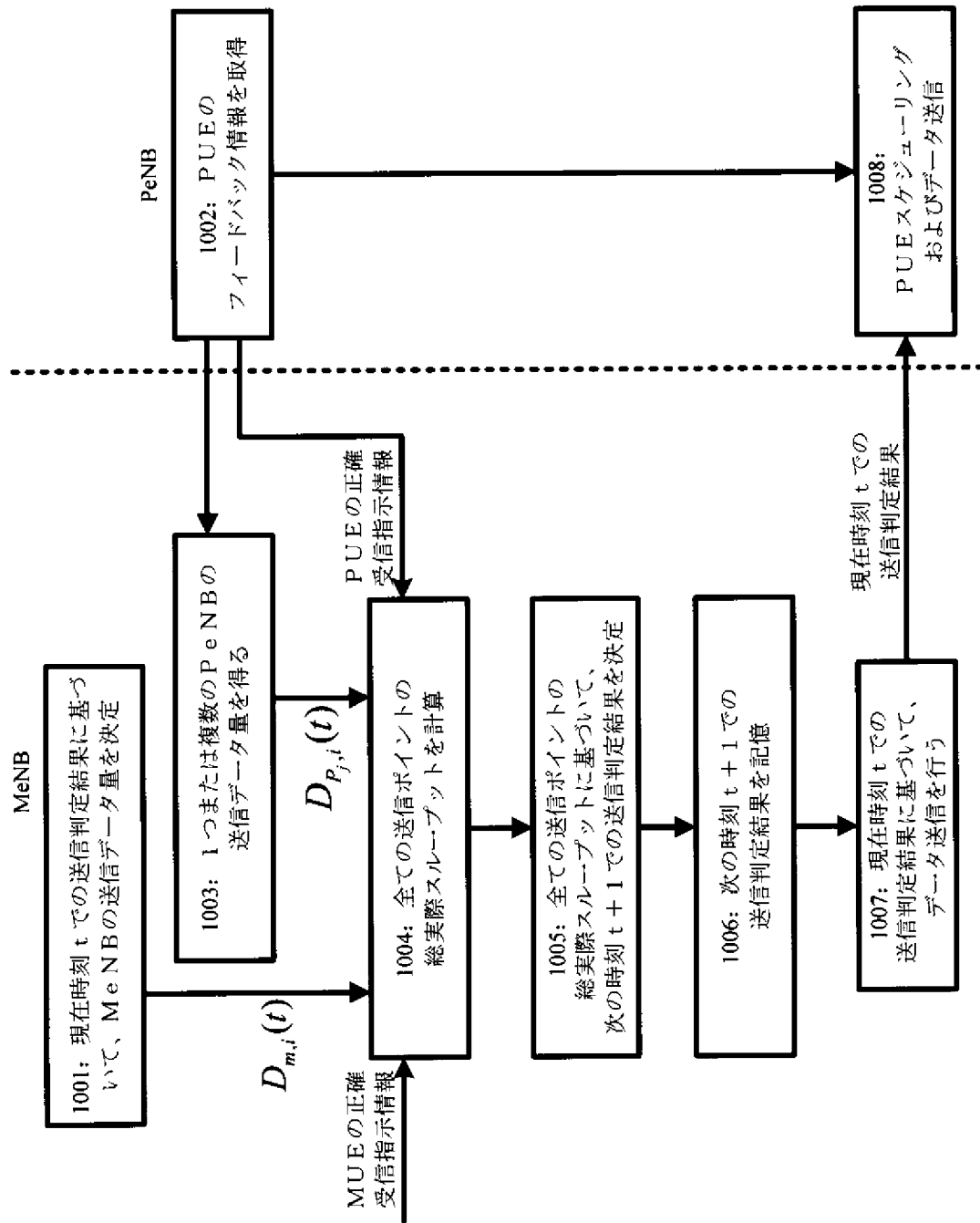
[図8]



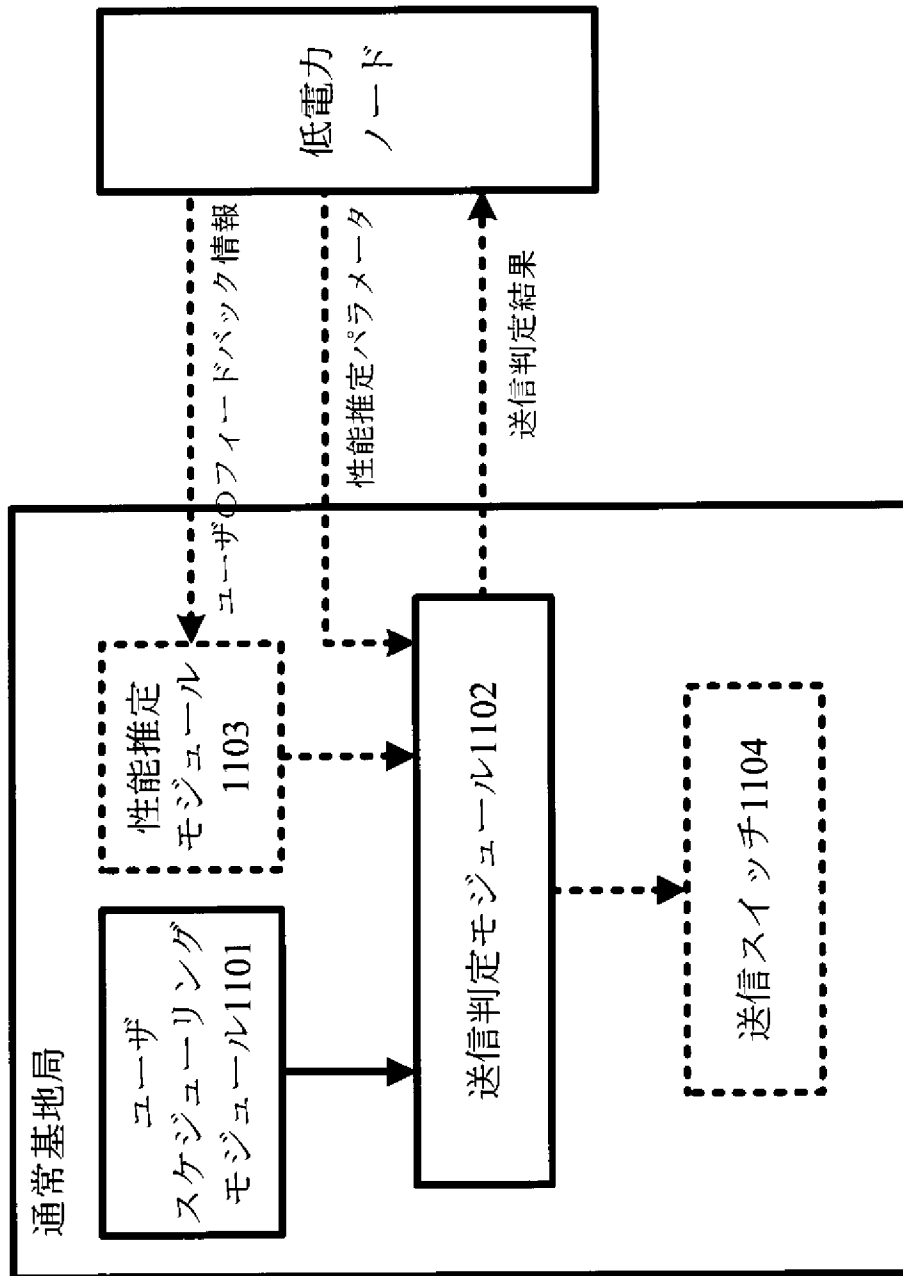
[図9]



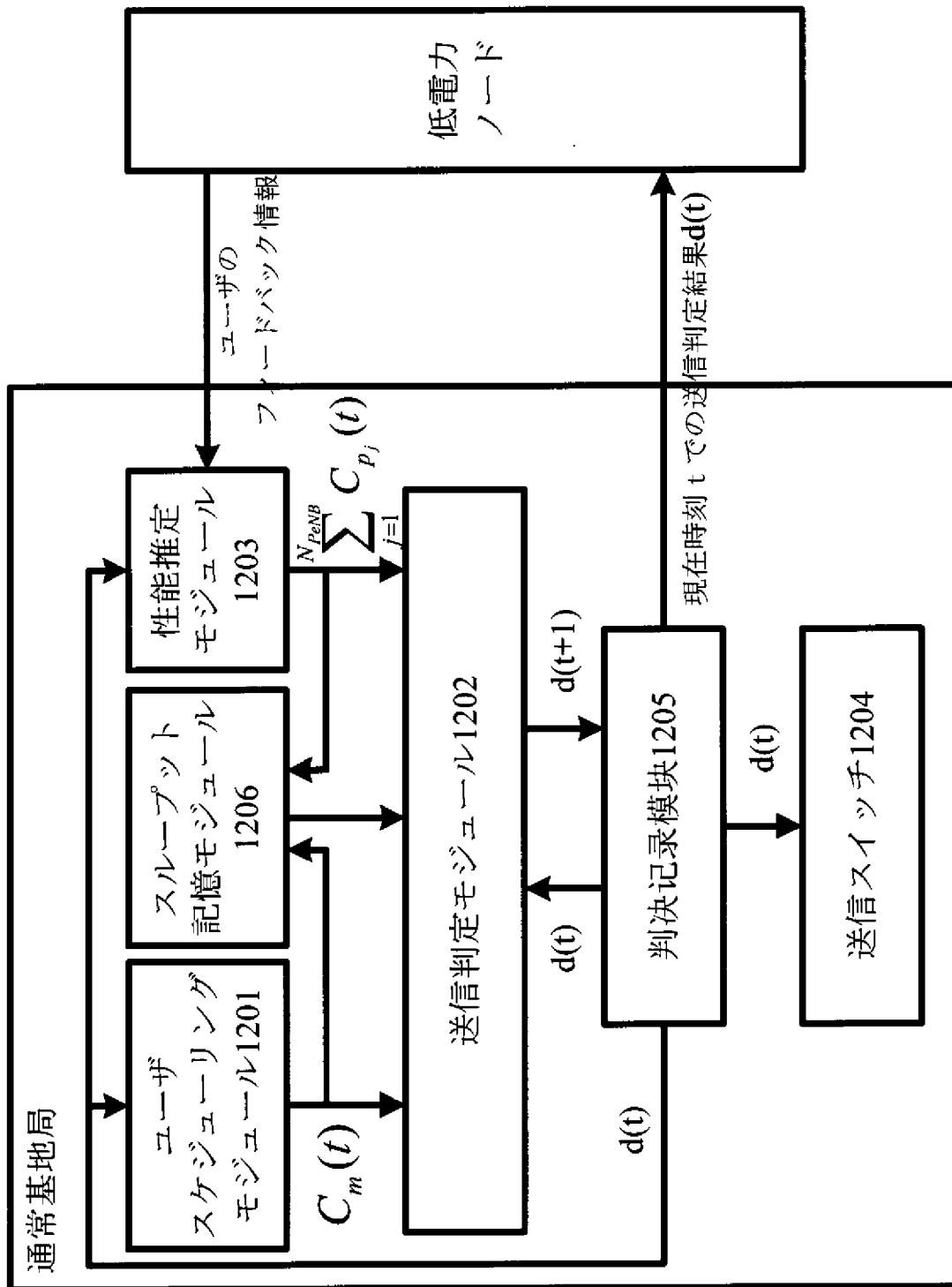
[図10]



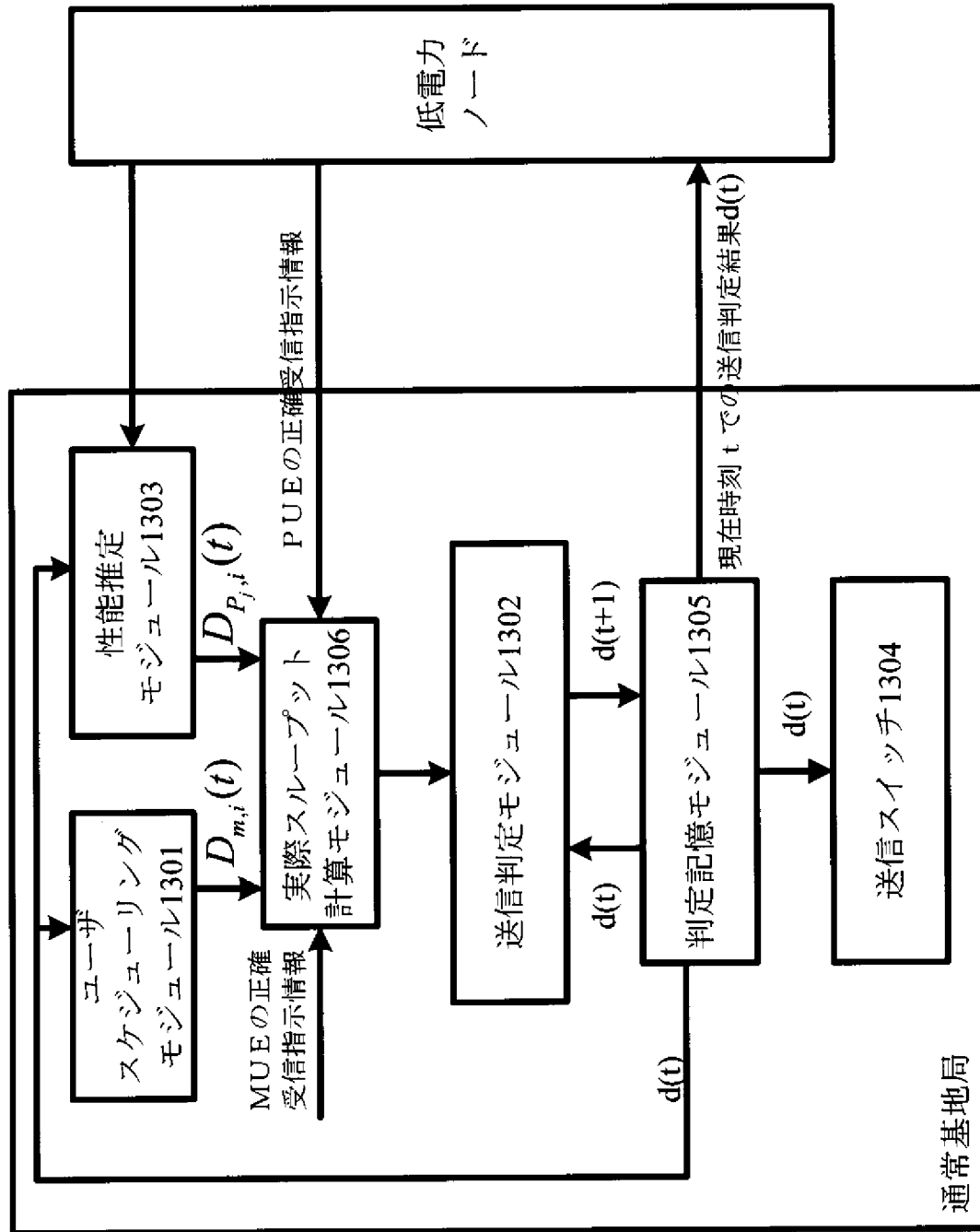
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W52/28(2009.01) i, H04W16/16(2009.01) i, H04W72/12(2009.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-118656 A (NTT Docomo Inc.), 22 May 2008 (22.05.2008), abstract; paragraphs [0001], [0004], [0008] to [0012] & US 2008/0102822 A1 & EP 1919244 A2 & CN 101175308 A	1-29
A	JP 2011-71993 A (NTT Docomo Inc.), 07 April 2011 (07.04.2011), paragraphs [0002] to [0004], [0013] to [0015] & CN 102036385 A	1-29



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 June, 2012 (13.06.12)

Date of mailing of the international search report
26 June, 2012 (26.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/062006

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/129413 A2 (QUALCOMM INC.) , 22 October 2009 (22.10.2009) , paragraphs [0056], [0057], [0061], [0063], [0064], [0090] & JP 2011-518519 A & US 2009/0264077 A1 & EP 2294885 A & CN 102007809 A & KR 10-2010-0133492 A	1-29

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04W52/28(2009.01)i, H04W16/16(2009.01)i, H04W72/12(2009.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 2 年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-118656 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2008.05.22, 要約, 段落 1, 4, 8-12 & US 2008/0102822 A1 & EP 1919244 A2 & CN 101175308 A	1-29
A	JP 2011-71993 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2011.04.07, 段落 2-4, 13-15 & CN 102036385 A	1-29
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 1 3 . 0 6 . 2 0 1 2	国際調査報告の発送日 2 6 . 0 6 . 2 0 1 2	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 中村 信也 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4	5 J 4 0 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2009/129413 A2 (QUALCOMM INCORPORATED) 2009.10.22, 段落 56, 57, 61, 63, 64, 90 & JP 2011-518519 A & US 2009/0264077 A1 & EP 2294885 A & CN 102007809 A & KR 10-2010-0133492 A	1-29