

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2009-141902  
(P2009-141902A)

(43) 公開日 平成21年6月25日(2009.6.25)

|              |           |        |       |         |             |
|--------------|-----------|--------|-------|---------|-------------|
| (51) Int.Cl. |           | F I    |       |         | テーマコード (参考) |
| HO 4W 16/02  | (2009.01) | HO 4 B | 7/26  | 1 O 5 D | 5 K O 3 3   |
| HO 4W 24/00  | (2009.01) | HO 4 B | 7/26  | K       | 5 K O 6 7   |
| HO 4W 72/04  | (2009.01) | HO 4 L | 12/28 | 3 O O B |             |
| HO 4W 84/12  | (2009.01) |        |       |         |             |

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 24 頁)

|           |                              |          |                    |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-318990 (P2007-318990) | (71) 出願人 | 392026693          |
| (22) 出願日  | 平成19年12月10日 (2007.12.10)     |          | 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ   |
|           |                              |          | 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100083806          |
|           |                              |          | 弁理士 三好 秀和          |
|           |                              | (74) 代理人 | 100100712          |
|           |                              |          | 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦        |
|           |                              | (74) 代理人 | 100095500          |
|           |                              |          | 弁理士 伊藤 正和          |
|           |                              | (74) 代理人 | 100101247          |
|           |                              |          | 弁理士 高橋 俊一          |
|           |                              | (74) 代理人 | 100117064          |
|           |                              |          | 弁理士 伊藤 市太郎         |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、下位局及び上位局

(57) 【要約】

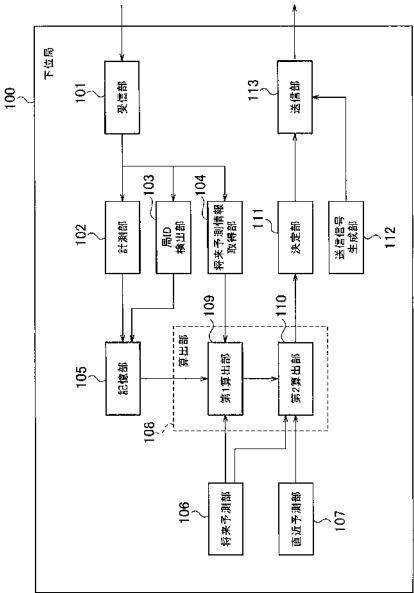
【課題】

通信チャネルの使用確率の算出精度を向上させるとともに、通信チャネル（周波数）を各通信装置に公平に割り当てることを可能とする無線通信システム、下位局及び上位局を提供する。

【解決手段】

無線通信システムは、複数の下位局の将来予測情報を取得する第1取得部と、通信開始局について直近予測情報を取得する第2取得部と、複数の下位局のチャネル使用情報を取得する第3取得部と、第1取得部によって取得された将来予測情報と第3取得部によって取得されたチャネル使用情報とに基づいて、無線チャネルの使用確率を複数の無線チャネル毎に算出する算出部と、算出部によって算出された無線チャネルの使用確率に基づいて、複数の無線チャネルの中から、通信開始局に割り当てる無線チャネルを決定する決定部とを備える。算出部は、通信開始局の将来予測情報及び通信開始局の直近予測情報に基づいて、無線チャネルの使用確率を補正する

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の下位局と上位局とによって構成されており、前記複数の下位局と前記上位局との間において複数の無線チャンネルを介して無線通信を行う無線通信システムであって、

前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始前に予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する第 1 取得部と、

前記複数の下位局のうち、前記無線通信を開始する下位局である通信開始局について、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始時に予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する第 2 取得部と、

前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で実際に用いられた無線チャンネルの使用量を示すチャンネル使用情報を取得する第 3 取得部と、

前記第 1 取得部によって取得された前記将来予測情報と前記第 3 取得部によって取得された前記チャンネル使用情報とに基づいて、無線チャンネルの使用確率を前記複数の無線チャンネル毎に算出する算出部と、

前記算出部によって算出された前記無線チャンネルの使用確率に基づいて、前記複数の無線チャンネルの中から、前記通信開始局に割り当てる無線チャンネルを決定する決定部とを備え、

前記算出部は、前記通信開始局の前記将来予測情報及び前記通信開始局の前記直近予測情報に基づいて、前記無線チャンネルの使用確率を補正することを特徴とする無線通信システム。

## 【請求項 2】

前記算出部は、前記複数の無線チャンネルのうち、前記複数の下位局のいずれにも割り当てられなかった無線チャンネルである未使用無線チャンネルに基づいて、前記無線チャンネルの使用確率を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

## 【請求項 3】

前記算出部は、前記複数の無線チャンネルのうち、前記複数の下位局のいずれにも割り当てることができなかった無線チャンネルである損失無線チャンネルに基づいて、前記無線チャンネルの使用確率を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

## 【請求項 4】

前記第 3 取得部は、前記無線通信において無線チャンネルが割り当てられていた時間に基づいて、前記チャンネル使用情報を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

## 【請求項 5】

前記第 3 取得部は、前記無線通信において割り当てられていた無線チャンネルの帯域幅に基づいて、前記チャンネル使用情報を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

## 【請求項 6】

前記第 3 取得部は、前記無線通信において割り当てられていた無線チャンネルによって搬送された信号の無線距離に基づいて、前記チャンネル使用情報を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

## 【請求項 7】

前記複数の下位局のそれぞれは、自局について前記将来予測情報を予測する予測部を有しており、

前記第 1 取得部は、前記複数の下位局のそれぞれから前記将来予測情報を取得することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

## 【請求項 8】

前記複数の下位局が前記無線通信で実際に用いた無線チャンネルを監視する監視部をさらに備え、

前記第 1 取得部は、前記監視部によって監視されている無線チャンネルの使用量に基づいて、前記複数の下位局のそれぞれについて前記将来予測情報を取得することを特徴とする

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 9】

複数の無線チャネルのうち、少なくともいずれか一つを介して上位局と無線通信を行う下位局であって、

自局及び他の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始前に予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する第 1 取得部と、

前記無線通信を自局が開始する時に、前記無線通信で伝送されると予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する第 2 取得部と、

自局及び他の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で実際に用いられた無線チャネルの使用量を示すチャネル使用情報を取得する第 3 取得部と、

前記第 1 取得部によって取得された前記将来予測情報と前記第 3 取得部によって取得された前記チャネル使用情報とに基づいて、無線チャネルの使用確率を前記複数の無線チャネル毎に算出する算出部と、

前記算出部によって算出された前記無線チャネルの使用確率に基づいて、前記複数の無線チャネルの中から、前記通信開始局に割り当てる無線チャネルを決定する決定部とを備え、

前記算出部は、自局の前記将来予測情報及び自局の前記直近予測情報に基づいて、前記無線チャネルの使用確率を補正することの特徴とする下位局。

【請求項 10】

自局について前記将来予測情報を予測する予測部をさらに備え、

前記第 1 取得部は、自局の前記将来予測情報を前記予測部から取得し、前記他の下位局の前記将来予測情報を前記他の下位局から取得することの特徴とする請求項 9 に記載の下位局。

【請求項 11】

前記他の下位局が前記無線通信で実際に用いた無線チャネルを監視する監視部と、

自局について前記将来予測情報を予測する予測部とをさらに備え、

前記第 1 取得部は、自局の前記将来予測情報を前記予測部から取得し、前記監視部によって監視されている無線チャネルの使用量に基づいて、前記他の下位局の前記将来予測情報を取得することの特徴とする請求項 9 に記載の下位局。

【請求項 12】

複数の無線チャネルを介して複数の下位局と無線通信を行う上位局であって、

前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始前に予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する第 1 取得部と、

前記複数の下位局のうち、前記無線通信を開始する下位局である通信開始局について、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始時に予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する第 2 取得部と、

前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で実際に用いられた無線チャネルの使用量を示すチャネル使用情報を取得する第 3 取得部と、

前記第 1 取得部によって取得された前記将来予測情報と前記第 3 取得部によって取得された前記チャネル使用情報とに基づいて、無線チャネルの使用確率を前記複数の無線チャネル毎に算出する算出部と、

前記算出部によって算出された前記無線チャネルの使用確率に基づいて、前記複数の無線チャネルの中から、前記通信開始局に割り当てる無線チャネルを決定する決定部とを備え、

前記算出部は、前記通信開始局の前記将来予測情報及び前記通信開始局の前記直近予測情報に基づいて、前記無線チャネルの使用確率を補正することの特徴とする上位局。

【請求項 13】

前記第 1 取得部は、前記複数の下位局のそれぞれから前記将来予測情報を取得することの特徴とする請求項 12 に記載の上位局。

【請求項 14】

前記複数の下位局が前記無線通信で実際に用いた無線チャネルを監視する監視部をさらに備え、

前記第1取得部は、前記監視部によって監視されている無線チャネルの使用量に基づいて、前記複数の下位局のそれぞれについて前記将来予測情報を取得することを特徴とする請求項12に記載の上位局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の無線チャネルを介して無線通信を行う無線通信システム、下位局及び上位局に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、無線通信技術の発展に伴って、無線通信の需要が拡大している。これに伴って、無線通信で用いられる周波数資源の有効利用及び周波数の柔軟な割り当てが求められている（例えば、特許文献1）。

【0003】

無線通信システムとして、複数の通信装置によって共有された周波数帯域を公平に割り当てる技術などが提案されている。このような無線通信システムの一例としては、工業、科学及び医療などの分野で用いられる無線LANシステムなどが挙げられる。

【0004】

このような無線通信システムにおいて、通信チャネル（周波数）の使用確率に基づいて、無線通信に用いる通信チャネルを決定する技術が提案されている（例えば、非特許文献1）。

【0005】

具体的には、各通信装置は、通信チャネルの決定に先立って、自装置が行う通信に必要なトラフィック量（以下、予測トラフィック需要量）を予測した上で、予測トラフィック需要量を他の通信装置に通知する。各通信装置は、自装置の予測トラフィック需要量及び他の通信装置の予測トラフィック需要量に基づいて、通信チャネルの使用確率を算出する。続いて、各通信装置は、通信チャネルの使用確率に基づいて、各通信装置の利得量が等しくなるように、自装置が通信に用いる通信チャネルを決定する。

【非特許文献1】Y. Xing, R. Chadramouli, S. Mangold, S. Shankar, "Dynamic spectrum wireless networks", IEEE, Journal on selected areas in communications (JSAC), Vol. 24, No. 3, pp. 626-637, March 2006

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、予測トラフィック需要量は、各通信装置が行う通信に実際に用いるトラフィック量（以下、実トラフィック需要量）と誤差を生じる可能性がある。予測トラフィック需要量と実トラフィック需要量との誤差は、予測トラフィック需要量の予測時と通信開始時との時間差が大きいほど拡大すると予想される。

【0007】

上述した背景技術では、通信開始時よりも前に予測トラフィック需要量の通知を行う必要があるため、予測トラフィック需要量の予測時と通信開始時の時間差が大きい傾向がある。すなわち、通信チャネルの使用確率の算出精度が低下してしまい、通信チャネル（周波数）を各通信装置に公平に割り当てることが困難である。

【0008】

そこで、本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、通信チャネルの使用確率の算出精度を向上させるとともに、通信チャネル（周波数）を各通信装置に公

10

20

30

40

50

平に割り当てることを可能とする無線通信システム、下位局及び上位局を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の特徴に係る無線通信システムは、複数の下位局と上位局とによって構成されており、前記複数の下位局と前記上位局との間において複数の無線チャネルを介して無線通信を行う。無線通信システムは、前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始前に予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する第1取得部（将来予測情報取得部104、将来予測部106、将来予測情報取得部206又は将来予測部221）と、前記複数の下位局のうち、前記無線通信を開始する下位局である通信開始局について、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始時に予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する第2取得部（直近予測部107、直近予測情報取得部207又は直近予測部222）と、前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で実際に用いられた無線チャネルの使用量を示すチャネル使用情報を取得する第3取得部（計測部102又は計測部202）と、前記第1取得部によって取得された前記将来予測情報と前記第3取得部によって取得された前記チャネル使用情報とに基づいて、無線チャネルの使用確率を前記複数の無線チャネル毎に算出する算出部（算出部108又は算出部208）と、前記算出部によって算出された前記無線チャネルの使用確率に基づいて、前記複数の無線チャネルの中から、前記通信開始局に割り当てる無線チャネルを決定する決定部（決定部111又は割当部211）とを備える。前記算出部は、前記通信開始局の前記将来予測情報及び前記通信開始局の前記直近予測情報に基づいて、前記無線チャネルの使用確率を補正する。

【0010】

かかる特徴によれば、算出部は、下位局毎に取得された将来予測情報及びチャネル使用情報によって、無線チャネルの使用確率を算出する。また、算出部は、通信開始局の将来予測情報及び直近予測情報に基づいて、無線チャネルの使用確率を補正する。

【0011】

すなわち、将来予測情報及びチャネル使用情報によって無線チャネルの使用確率を算出することによって、通信チャネル（周波数）を各通信装置に公平に割り当てることができる。また、通信開始局の将来予測情報及び直近予測情報に基づいて無線チャネルの使用確率を補正することによって、通信チャネルの使用確率の算出精度を向上させることができる。

【0012】

第1の特徴において、前記算出部は、前記複数の無線チャネルのうち、前記複数の下位局のいずれにも割り当てられなかった無線チャネルである未使用無線チャネルに基づいて、前記無線チャネルの使用確率を補正する。

【0013】

第1の特徴において、前記算出部は、前記複数の無線チャネルのうち、前記複数の下位局のいずれにも割り当てることができなかつた無線チャネルである損失無線チャネルに基づいて、前記無線チャネルの使用確率を補正する。

【0014】

第1の特徴において、前記第3取得部は、前記無線通信において無線チャネルが割り当てられていた時間に基づいて、前記チャネル使用情報を取得する。

【0015】

第1の特徴において、前記第3取得部は、前記無線通信において割り当てられていた無線チャネルの帯域幅に基づいて、前記チャネル使用情報を取得する。

【0016】

第1の特徴において、前記第3取得部は、前記無線通信において割り当てられていた無線チャネルによって搬送された信号の無線距離に基づいて、前記チャネル使用情報を取得する。

## 【0017】

第1の特徴において、前記複数の下位局のそれぞれは、自局について前記将来予測情報を予測する予測部（将来予測部106）を有しており、前記第1取得部は、前記複数の下位局のそれぞれから前記将来予測情報を取得する。

## 【0018】

第1の特徴において、前記複数の下位局が前記無線通信で実際に用いた無線チャネルを監視する監視部（計測部102又は計測部202）をさらに備え、前記第1取得部は、前記監視部によって監視されている無線チャネルの使用量に基づいて、前記複数の下位局のそれぞれについて前記将来予測情報を取得する。

## 【0019】

第2の特徴に係る下位局は、複数の無線チャネルのうち、少なくともいずれか一つを介して上位局と無線通信を行う。下位局は、自局及び他の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始前に予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する第1取得部（将来予測情報取得部104、将来予測部106）と、前記無線通信を自局が開始する時に、前記無線通信で伝送されると予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する第2取得部（直近予測部107）と、自局及び他の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で実際に用いられた無線チャネルの使用量を示すチャネル使用情報を取得する第3取得部（計測部102）と、前記第1取得部によって取得された前記将来予測情報と前記第3取得部によって取得された前記チャネル使用情報とに基づいて、無線チャネルの使用確率を前記複数の無線チャネル毎に算出する算出部（算出部108）と、前記算出部によって算出された前記無線チャネルの使用確率に基づいて、前記複数の無線チャネルの中から、前記通信開始局に割り当てる無線チャネルを決定する決定部（決定部111）とを備える。前記算出部は、自局の前記将来予測情報及び自局の前記直近予測情報に基づいて、前記無線チャネルの使用確率を補正する。

## 【0020】

第2の特徴において、下位局は、自局について前記将来予測情報を予測する予測部（将来予測部106）をさらに備える。前記第1取得部は、自局の前記将来予測情報を前記予測部から取得し、前記他の下位局の前記将来予測情報を前記他の下位局から取得する。

## 【0021】

第2の特徴において、下位局は、前記他の下位局が前記無線通信で実際に用いた無線チャネルを監視する監視部（計測部102）と、自局について前記将来予測情報を予測する予測部（将来予測部106）とをさらに備える。前記第1取得部は、自局の前記将来予測情報を前記予測部から取得し、前記監視部によって監視されている無線チャネルの使用量に基づいて、前記他の下位局の前記将来予測情報を取得する。

## 【0022】

第3の特徴に係る上位局は、複数の無線チャネルを介して複数の下位局と無線通信を行う。上位局は、前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始前に予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する第1取得部（将来予測情報取得部206又は将来予測部221）と、前記複数の下位局のうち、前記無線通信を開始する下位局である通信開始局について、前記無線通信で伝送されると前記無線通信の開始時に予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する第2取得部（直近予測情報取得部207又は直近予測部222）と、前記複数の下位局のそれぞれについて、前記無線通信で実際に用いられた無線チャネルの使用量を示すチャネル使用情報を取得する第3取得部（計測部202）と、前記第1取得部によって取得された前記将来予測情報と前記第3取得部によって取得された前記チャネル使用情報とに基づいて、無線チャネルの使用確率を前記複数の無線チャネル毎に算出する算出部（算出部208）と、前記算出部によって算出された前記無線チャネルの使用確率に基づいて、前記複数の無線チャネルの中から、前記通信開始局に割り当てる無線チャネルを決定する決定部（割当部211）とを備える。前記算出部は、前記通信開始局の前記将来予測情報及び前記通信開始局の前記直近予測情報に基づいて、前記無線チャネルの使用確率を補正する。

## 【0023】

第3の特徴において、前記第1取得部は、前記複数の下位局のそれぞれから前記将来予測情報を取得する。

## 【0024】

第3の特徴において、上位局は、前記複数の下位局が前記無線通信で実際に用いた無線チャンネルを監視する監視部（計測部202）をさらに備える。前記第1取得部は、前記監視部によって監視されている無線チャンネルの使用量に基づいて、前記複数の下位局のそれぞれについて前記将来予測情報を取得する。

## 【発明の効果】

## 【0025】

本発明によれば、通信チャンネルの使用確率の算出精度を向上させるとともに、通信チャンネル（周波数）を各通信装置に公平に割り当てることを可能とする無線通信システム、下位局及び上位局を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0026】

以下において、本発明の実施形態に係る無線通信システムについて、図面を参照しながら説明する。なお、以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には、同一又は類似の符号を付している。

## 【0027】

ただし、図面は模式的なものであり、各寸法の比率などは現実のものとは異なることに留意すべきである。従って、具体的な寸法などは以下の説明を参酌して判断すべきである。また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

## 【0028】

## 〔第1実施形態〕

## （無線通信システムの構成）

以下において、第1実施形態に係る無線通信システムの構成について図面を参照しながら説明する。図1は、第1実施形態に係る無線通信システムの構成を示す図である。

## 【0029】

図1に示すように、無線通信システムは、複数の下位局100と、上位局200と、最上位局300とを有する。

## 【0030】

各下位局100は、無線チャンネルを介して上位局200と無線通信を行う端末である。下位局100は、例えば、携帯電話、PDA、ノート型PCなどである。下位局100の詳細については後述する。

## 【0031】

上位局200は、無線チャンネルを介して複数の下位局100と無線通信を行う装置である。上位局200は、例えば、移動体通信網における基地局、無線LANにおけるアクセスポイントなどである。

## 【0032】

最上位局300は、上位局200を管理する装置である。具体的には、最上位局300は、上位局200と下位局100との間で設定される無線チャンネルを管理する機能を有する。最上位局300は、例えば、複数の上位局200を統合的に管理する装置（無線制御装置（RNC；Radio Network Controller））などである。

## 【0033】

## （下位局の構成）

以下において、第1実施形態に係る下位局の構成について図面を参照しながら説明する。図2は、第1実施形態に係る下位局100を示すブロック図である。

## 【0034】

図2に示すように、下位局100は、受信部101と、計測部102と、局ID検出部

10

20

30

40

50

103と、将来予測情報取得部104と、記憶部105と、将来予測部106と、直近予測部107と、算出部108（第1算出部109及び第2算出部110）と、決定部111と、送信信号生成部112と、送信部113とを有する。

【0035】

受信部101は、自局の位置登録の完了を通知する登録完了通知を上位局200から受信する。登録完了通知は、上位局200と設定可能な全ての無線チャンネルを示すチャンネル情報を含む。チャンネル情報は、各無線チャンネルの帯域、変調方法、復号方法などを含む。

【0036】

受信部101は、他の下位局100が実際に用いている無線チャンネルによって搬送された信号を受信する。無線チャンネルによって搬送された信号は、他の下位局100を特定する局IDを含む。

10

【0037】

受信部101は、他の下位局100によって無線通信で伝送されると予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を他の下位局100から受信する。受信部101は、将来予測情報を定期的に受信することが好ましい。

【0038】

計測部102は、他の下位局100から受信する信号に基づいて、他の下位局100が用いた無線チャンネルを計測する。すなわち、計測部102は、他の下位局100が無線通信で実際に用いた無線チャンネルを監視する。

【0039】

20

局ID検出部103は、他の下位局100から受信する信号に基づいて、無線チャンネルを用いた他の下位局100の局IDを検出する。

【0040】

将来予測情報取得部104は、受信部101によって受信された将来予測情報を他の下位局100毎に取得する。

【0041】

記憶部105は、計測部102によって計測された無線チャンネルと局ID検出部103によって検出された局IDとを対応付ける情報を記憶する。すなわち、記憶部105は、他の下位局100が無線通信で実際に用いた無線チャンネルの使用量（チャンネル使用情報）を他の下位局100毎に記憶する。

30

【0042】

なお、チャンネル使用情報は、下位局100に無線チャンネルが割り当てられていた時間（以下、使用時間）によって定義されてもよい。チャンネル使用情報は、下位局100に割り当てられていた無線チャンネルの帯域幅によって定義されてもよい。チャンネル使用情報は、下位局100に割り当てられていた無線チャンネルによって搬送された信号の無線距離によって定義されてもよい。なお、無線距離は、下位局100と上位局200との間の距離であり、下位局100又は上位局200の送信電力によって推定される。

【0043】

記憶部105は、他の下位局100のチャンネル使用情報だけではなくて、自局が無線通信で実際に用いた無線チャンネルの使用量（チャンネル使用情報）を記憶する。

40

【0044】

将来予測部106は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を無線通信の開始前に予測する。すなわち、将来予測部106は、無線通信の開始前に予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する。

【0045】

直近予測部107は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を無線通信の開始時に予測する。すなわち、直近予測部107は、無線通信の開始時に予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する。

【0046】

ここで、「無線通信の開始前」とは、「無線通信の開始を要求する通信開始要求の送信

50

前」である。「無線通信の開始時」とは、「通信開始要求の送信時」、又は、「通信開始要求の送信してから実際に無線通信を行うまで」である。

【0047】

算出部108は、将来予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に算出する第1算出部109と、直近予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に補正する第2算出部110とを有する。なお、使用確率は、下位局100（自端末）が無線チャネルを使用する確率であることに留意すべきである。

【0048】

第1算出部109は、他の下位局100のそれぞれについて、チャネル使用情報を記憶部105から取得する。第1算出部109は、他の下位局100のそれぞれについて、将来予測情報を将来予測情報取得部104から取得する。第1算出部109は、自局について、チャネル使用情報を記憶部105から取得する。第1算出部109は、自局について、将来予測情報を将来予測部106から取得する。

【0049】

ここで、他の下位局100の総数を“ $n$ ”、他の下位局100のチャネル使用情報（利得）を“ $w_j$ ”、他の下位局100の将来予測情報を“ $x_j$ ”、自局（ $i$ 番目の下位局100）のチャネル使用情報（利得）を“ $w_i$ ”、自局（ $i$ 番目の下位局100）の将来予測情報を“ $x_i$ ”とする。

【0050】

下位局100の効用関数（ $U(x_i)$ ）は、以下の（式1）によって表されることが非特許文献2（H. Gintis, “Game theory evolving: A problem-centered introduction to modeling strategic behavior.”, Princeton Univ. press, 200）に示されている。

【数1】

$$U(x_i) = x_i - \frac{1}{n-1} \left( \alpha_i \sum_{\substack{x_j > x_i \\ w_j > w_i}} \left( \frac{x_j}{w_j} - \frac{x_i}{w_i} \right) + \beta_i \sum_{\substack{x_i > x_j \\ w_i > w_j}} \left( \frac{x_i}{w_i} - \frac{x_j}{w_j} \right) \right) \cdots \text{式(1)}$$

【0051】

ここで、“ $\alpha_i$ ”及び“ $\beta_i$ ”は反応係数であり、“ $\alpha_i > \beta_i > 0$ ”の関係が満たされている。具体的には、“ $\alpha_i$ ”は、利得が自局よりも高い他の下位局100に対する反応係数であり、“ $\beta_i$ ”は、利得が自局よりも低い他の下位局100に対する反応係数である。

【0052】

第1算出部109は、上述した式（1）を用いて、無線チャネルの使用確率の更新情報“ $\Delta p_i$ ”を無線チャネル毎に算出する（式（2）を参照）。

【数2】

$$\Delta p_i = \frac{1}{n-1} \left( -\alpha_i \sum_{\substack{x_j > x_i \\ w_j > w_i}} \left( \frac{x_j}{w_j} - \frac{x_i}{w_i} \right) + \beta_i \sum_{\substack{x_i > x_j \\ w_i > w_j}} \left( \frac{x_i}{w_i} - \frac{x_j}{w_j} \right) \right) \cdots \text{式(2)}$$

10

20

30

40

50

## 【0053】

図3に示すように、更新情報“ $\Delta p_i$ ”は、比較部171と、加算器172と、加算器173と、乗算器174と、乗算器175と、乗算器176と、乗算器177と、加算器178とによって算出される。比較部171、加算器172、加算器173、乗算器174、乗算器175、乗算器176、乗算器177及び加算器178は、第1算出部109に設けられている。

## 【0054】

比較部171は、“ $x_i/w_i$ ”と“ $x_j/w_j$ ”とを比較する。比較部171は、“ $x_i/w_i < x_j/w_j$ ”であれば、“ $x_i/w_i$ ”及び“ $x_j/w_j$ ”を加算器172に出力する。一方で、比較部171は、“ $x_i/w_i > x_j/w_j$ ”であれば、“ $x_i/w_i$ ”及び“ $x_j/w_j$ ”を加算器173に出力する。

10

## 【0055】

加算器172は、“ $-x_i/w_i$ ”と“ $x_j/w_j$ ”とを加算する。加算器173は、“ $x_i/w_i$ ”と“ $-x_j/w_j$ ”とを加算する。乗算器174は、“ $-x_i/w_i + x_j/w_j$ ”に“ $\alpha_i$ ”を乗算する。乗算器175は、“ $x_i/w_i - x_j/w_j$ ”に“ $\beta_i$ ”を乗算する。

## 【0056】

乗算器176は、乗算器174の出力値に“ $1/n-1$ ”を乗算する。乗算器177は、乗算器175の出力値に“ $1/n-1$ ”を乗算する。加算器178は、乗算器176の出力値から乗算器177の出力値を減算する。

20

## 【0057】

なお、時刻 $t$ における無線チャネルの使用確率“ $p_i(t)$ ”は、時刻 $t-1$ における無線確率の使用確率“ $p_i(t-1)$ ”に更新情報“ $\Delta p_i(t)$ ”を加算した値である（式(3)を参照）。

## 【数3】

$$p_i(t) = p_i(t-1) + \Delta p_i(t) \cdots \text{式(3)}$$

30

## 【0058】

続いて、第1算出部109は、無線チャネルの使用確率“ $p_i(t)$ ”を第1補正係数“ $C_i$ ”によって補正する。補正係数“ $C_i$ ”は、“ $C_{all}$ ”、“ $C_{coll,i}$ ”、“ $C_{blank,i}$ ”及び“ $\gamma$ ”によって求められる（式(4)を参照）。

## 【0059】

なお、“ $C_{all}$ ”は、全無線チャネルの帯域量を示す値である。“ $C_{coll,i}$ ”は、信号衝突などによっていずれの下位局100にも割り当てることができなかった無線チャネルの帯域量（帯域損失量）を示す値である。なお、“ $C_{coll,i}$ ”は、自局（ $i$ 番目の下位局100）によって測定される。“ $C_{blank,i}$ ”は、いずれの下位局100にも割り当てられなかった無線チャネルの帯域量（未使用帯域量）を示す値である。なお、なお、“ $C_{blank,i}$ ”は、自局（ $i$ 番目の下位局100）によって測定される。“ $\gamma$ ”は、帯域損失量に対する重付係数である。

40

## 【数4】

$$C_i = \frac{C_{all} - \gamma C_{coll,i}}{C_{all} - C_{blank,i}} \cdots \text{式(4)}$$

## 【0060】

第1算出部109は、無線チャネルの使用確率“ $p_i(t)$ ”を第1補正係数“ $C_i$ ”

50

によって補正して、第1補正使用確率“ $p_{1i}(t)$ ”を算出する（式（5）を参照）。

【数5】

$$p_{1i}(t) = C_i \times p_i(t) \cdots \text{式(5)}$$

【0061】

第1算出部109は、無線チャネルの使用確率が適正な範囲に収まるように第1補正使用確率“ $p_{1i}(t)$ ”を調整する。無線チャネルの使用確率の上限を“ $P_{max}$ ”、無線チャネルの使用確率の下限を“ $P_{min}$ ”とすると、第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”は、以下の式（6）によって表される。

【数6】

$$p_{2i}(t) = \max(P_{min}, \min(P_{max}, p_{1i}(t))) \cdots \text{式(6)}$$

【0062】

なお、 $\max()$ は、（）内の最大値をとることを意味しており、 $\min()$ は、（）内の最小値をとることを意味している。 $P_{min}$ 及び $P_{max}$ は、0～1の範囲の値である。 $P_{min}$ 及び $P_{max}$ は、チャネル使用情報（利得）と無線チャネルの使用確率との関係に応じて定められてもよい。

【0063】

図4に示すように、第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”は、加算器181と、第1補正係数生成部182と、乗算器183と、第1調整部184とによって算出される。

【0064】

加算器181、第1補正係数生成部182、乗算器183及び第1調整部184は、第1算出部109に設けられている。

【0065】

加算器181は、式（3）に示したように、“ $p_i(t-1)$ ”と“ $\Delta p_i(t)$ ”との加算処理を行う。第1補正係数生成部182は、式（4）に示したように、第1補正係数“ $C_i$ ”を生成する。乗算器183は、式（5）に示したように、“ $p_i(t)$ ”に“ $C_i$ ”を乗算する。第1調整部184は、式（6）に示したように、第1補正使用確率“ $p_{1i}(t)$ ”を調整する。

【0066】

第2算出部110は、第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”を第1算出部109から取得する。第2算出部110は、自局について、直近予測情報を直近予測部107から取得する。第2算出部110は、自局について、チャネル使用情報を記憶部105から取得する。

【0067】

ここで、自局（ $i$ 番目の下位局100）のチャネル使用情報（利得）を“ $w_i$ ”、自局（ $i$ 番目の下位局100）の直近予測情報を“ $a_i$ ”とする。

【0068】

第2算出部110は、第2補正係数“ $D_i$ ”を算出した上で、第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”を第2補正係数“ $D_i$ ”によって補正する。これによって、第2算出部110は、第2補正使用確率“ $p_{3i}(t)$ ”を取得する。

【0069】

具体的には、第2算出部110は、以下の式（7）によって第2補正係数“ $D_i$ ”を算出する。

10

20

30

40

50

【数 7】

$$D_i = \begin{cases} \frac{a_i}{w_i} & (w_i > a_i) \\ 1 & (\text{上記以外}) \end{cases} \cdots \text{式(7)}$$

【0070】

続いて、第2算出部110は、以下の式(8)によって第2補正使用確率“ $p_{3_i}(t)$ ”を算出する。

10

【数 8】

$$p_{3_i}(t) = D_i \times p_{2_i}(t) \cdots \text{式(8)}$$

【0071】

第2算出部110は、第1算出部109と同様に、無線チャネルの使用確率が適正な範囲に収まるように第2補正使用確率“ $p_{3_i}(t)$ ”を調整する。無線チャネルの使用確率の上限を“ $P_{\max}$ ”、無線チャネルの使用確率の下限を“ $P_{\min}$ ”とすると、第2調整使用確率“ $p_{4_i}(t)$ ”は、以下の式(9)によって表される。

20

【数 9】

$$p_{4_i}(t) = \max(P_{\min}, \min(P_{\max}, p_{3_i}(t))) \cdots \text{式(9)}$$

【0072】

なお、 $\max()$ は、()内の最大値をとることを意味しており、 $\min()$ は、()内の最小値をとることを意味している。

30

【0073】

図5に示すように、第2調整使用確率“ $p_{4_i}(t)$ ”は、第2補正係数生成部191と、乗算器192と、第2調整部193とによって算出される。

【0074】

第2補正係数生成部191、乗算器192及び第2調整部193は、第2算出部110に設けられている。

【0075】

第2補正係数生成部191は、式(7)に示したように、第2補正係数“ $D_i$ ”を生成する。乗算器192は、式(8)に示したように、“ $p_{2_i}(t)$ ”に“ $D_i$ ”を乗算する。第2調整部193は、式(9)に示したように、第2補正使用確率“ $p_{2_i}(t)$ ”を調整する。

40

【0076】

ここで、算出部108は、無線通信の開始前においては、最終的な無線チャネルの使用確率として第1算出部109の算出結果を出力する。一方で、算出部108は、無線通信の開始前においては、最終的な無線チャネルの使用確率として第2算出部110の算出結果を出力する。

【0077】

決定部111は、第2算出部110の算出結果（すなわち、第2調整使用確率“ $p_{4_i}(t)$ ”）に基づいて、無線通信に使用する無線チャネルを決定する。具体的には、決定部111は、第2調整使用確率“ $p_{4_i}(t)$ ”に応じて閾値を設定する。決定部111

50

は、各無線チャネルの使用判断に用いる乱数を発生する。続いて、決定部 111 は、乱数が閾値よりも高い無線チャネルを無線通信に使用する無線チャネルとして決定する。なお、第 2 調整使用確率 “ $p_{4i}(t)$ ” が高いほど、閾値が小さいことに留意すべきである。

#### 【0078】

送信信号生成部 112 は、無線通信で伝送される送信信号を生成する。

#### 【0079】

送信部 113 は、自局の位置登録を要求する位置登録要求を上位局 200 に送信する。送信部 113 は、無線通信の開始を要求する通信開始要求を上位局 200 に送信する。通信開始要求は、決定部 111 によって決定された無線チャネルの割り当てを要求する情報を含む。送信部 113 は、上位局 200 によって割り当てられた無線チャネルを用いて送信信号を上位局 200 に送信する。

10

#### 【0080】

(無線通信システムの動作)

以下において、第 1 実施形態に係る無線通信システムの動作について図面を参照しながら説明する。図 6 は、第 1 実施形態に係る無線通信システムの動作を示すシーケンス図である。

#### 【0081】

図 6 に示すように、ステップ 10 において、最上位局 300 は、上位局 200 が使用可能な全ての無線チャネルを上位局 200 に通知する。

20

#### 【0082】

ステップ 11 において、下位局 100 は、下位局 100 の位置登録を要求する位置登録要求を上位局 200 に通知する。

#### 【0083】

ステップ 12 において、上位局 200 は、位置登録要求を送信した下位局 100 の位置を DB (HLR や VLR など) に登録する。

#### 【0084】

ステップ 13 において、上位局 200 は、下位局 100 の位置登録の完了を通知する登録完了通知を下位局 100 に送信する。

#### 【0085】

ステップ 14 において、下位局 100 は、他の下位局 100 が無線通信で実際に用いる無線チャネルを監視する。これによって、下位局 100 は、他の下位局 100 のそれぞれについて、チャネル使用情報を取得する。

30

#### 【0086】

ステップ 15 において、下位局 100 は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を予測する。下位局 100 は、自局が無線通信で伝送すると予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する。

#### 【0087】

ステップ 16 及びステップ 17 において、下位局 100 は、ステップ 15 で生成された将来予測情報を他の下位局 100 に送信する。また、下位局 100 は、他の下位局 100 で生成された将来予測情報を他の下位局 100 から受信する。

40

#### 【0088】

ここで、下位局 100 間で直接通信を行えないケースでは、各下位局 100 は、ステップ 15 で生成された将来予測情報を上位局 200 に送信してもよい。上位局 200 は、各下位局 100 から受信した全ての将来予測情報を下位局 100 のそれぞれに送信してもよい。

#### 【0089】

ステップ 18 において、下位局 100 は、将来予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に算出する。すなわち、下位局 100 は、上述した第 1 調整使用確率 “ $p_{2i}(t)$ ” を取得する。

50

## 【0090】

なお、ステップ15～ステップ18の処理は、所定周期で繰り返されることに留意すべきである。

## 【0091】

ステップ19において、下位局100は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を予測する。下位局100は、自局が無線通信で伝送すると予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する。なお、直近予測情報を取得するタイミングは、下位局100が通信を開始するタイミングであり、将来予測情報を取得する周期とは異なることに留意すべきである。

## 【0092】

ステップ20において、下位局100は、直近予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に補正する。すなわち、下位局100は、上述した第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”を取得する。

## 【0093】

ステップ21において、下位局100は、ステップ20の結果（すなわち、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”）に基づいて、無線通信に使用する無線チャネルを決定する。具体的には、下位局100は、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”に応じて閾値を設定する。下位局100は、各無線チャネルの使用判断に用いる乱数を発生する。続いて、下位局100は、乱数が閾値よりも高い無線チャネルを無線通信に使用する無線チャネルとして決定する。

## 【0094】

ステップ22において、下位局100は、無線通信の開始を要求する通信開始要求を上位局200に送信する。通信開始要求は、ステップ21で決定された無線チャネルの割り当てを要求する情報を含む。

## 【0095】

ステップ23において、上位局200は、割り当て要求に応じて、無線チャネルの割り当てを許可するか否かを示す情報を下位局100に送信する。ここでは、無線チャネルの割り当てが許可されたものとする。

## 【0096】

ステップ24において、下位局100は、上位局200によって割り当てられた無線チャネルを用いて送信信号を上位局200に送信する。なお、無線チャネルの割り当てが許可されなかった場合には、下位局100は、ステップ21の処理に戻って、無線通信に使用する無線チャネルを再び決定する。

## 【0097】

（作用及び効果）

第1実施形態によれば、算出部108は、下位局毎に取得された将来予測情報及びチャネル使用情報によって、無線チャネルの使用確率を算出する。また、算出部108は、自局の将来予測情報及び直近予測情報に基づいて、無線チャネルの使用確率を補正する。

## 【0098】

すなわち、将来予測情報及びチャネル使用情報によって無線チャネルの使用確率を算出することによって、通信チャネル（周波数）を各通信装置に公平に割り当てることができる。また、通信開始局の将来予測情報及び直近予測情報に基づいて無線チャネルの使用確率を補正することによって、通信チャネルの使用確率の算出精度を向上させることができる。

## 【0099】

〔第2実施形態〕

以下において、第2実施形態について図面を参照しながら説明する。以下においては、上述した第1実施形態と第2実施形態との相違点について主として説明する。

## 【0100】

具体的には、上述した第1実施形態では、無線チャネルの使用確率を算出する主体は下

10

20

30

40

50

位局 100 である。これに対して、第 2 実施形態では、無線チャネルの使用確率を算出する主体は上位局 200 である。

#### 【0101】

(上位局の構成)

以下において、第 2 実施形態に係る上位局の構成について図面を参照しながら説明する。図 7 は、第 2 実施形態に係る上位局 200 を示すブロック図である。

#### 【0102】

図 7 に示すように、上位局 200 は、受信部 201 と、計測部 202 と、局 ID 検出部 203 と、記憶部 205 と、将来予測情報取得部 206 と、直近予測情報取得部 207 と、算出部 208 (第 1 算出部 209 及び第 2 算出部 210) と、割当部 211 と、送信部 212 とを有する。

10

#### 【0103】

受信部 201 は、下位局 100 の位置登録を要求する位置登録要求を受信する。受信部 201 は、各下位局 100 が実際に用いている無線チャネルによって搬送された信号を受信する。無線チャネルによって搬送された信号は、各下位局 100 を特定する局 ID を含む。受信部 201 は、無線通信の開始を要求する通信開始要求を下位局 100 (通信開始局) から受信する。

#### 【0104】

受信部 201 は、各下位局 100 によって無線通信で伝送されると予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を各下位局 100 から受信する。なお、各下位局 100 は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を予測し、トラフィック量を示す将来予測情報を上位局 200 に送信する。受信部 201 は、将来予測情報を定期的に受信することが好ましい。

20

#### 【0105】

受信部 201 は、各下位局 100 によって無線通信で伝送されると予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を、無線通信を開始する下位局 100 (通信開始局) から受信する。なお、下位局 100 (通信開始局) は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を予測し、トラフィック量を示す直近予測情報を上位局 200 に送信する。

#### 【0106】

計測部 202 は、計測部 102 と同様に、各下位局 100 から受信する信号に基づいて、各下位局 100 が用いた無線チャネルを計測する。すなわち、計測部 202 は、各下位局 100 が無線通信で実際に用いた無線チャネルを監視する。

30

#### 【0107】

局 ID 検出部 203 は、局 ID 検出部 103 と同様に、各下位局 100 から受信する信号に基づいて、無線チャネルを用いた各下位局 100 の局 ID を検出する。

#### 【0108】

記憶部 205 は、記憶部 105 と同様に、計測部 202 によって計測された無線チャネルと局 ID 検出部 103 によって検出された局 ID とを対応付ける情報を記憶する。すなわち、記憶部 205 は、各下位局 100 が無線通信で実際に用いた無線チャネルの使用量 (チャネル使用情報) を下位局 100 毎に記憶する。

40

#### 【0109】

なお、チャネル使用情報は、他の下位局 100 に無線チャネルが割り当てられていた時間 (以下、使用時間) によって定義されてもよい。チャネル使用情報は、他の下位局 100 に割り当てられていた無線チャネルの帯域幅によって定義されてもよい。チャネル使用情報は、他の下位局 100 に割り当てられていた無線チャネルによって搬送された信号の無線距離によって定義されてもよい。さらに、チャネル使用情報は、使用時間、帯域幅及び無線距離の組み合わせによって定義されてもよい。

#### 【0110】

将来予測情報取得部 206 は、受信部 201 によって受信された将来予測情報を下位局 100 毎に取得する。

50

## 【0111】

直近予測情報取得部207は、受信部201によって受信された直近予測情報を取得する。

## 【0112】

算出部208は、算出部108と同様に、将来予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に算出する第1算出部209と、直近予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に補正する第2算出部210とを有する。

## 【0113】

第1算出部209は、複数の下位局100のそれぞれについて、チャネル使用情報を記憶部105から取得する。第1算出部209は、複数の下位局100のそれぞれについて、将来予測情報を将来予測情報取得部206から取得する。

10

## 【0114】

第1算出部209は、第1算出部109と同様に、第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”を下位局100毎に算出する。

## 【0115】

なお、上述した第1実施形態では、 $i$ 番目の下位局100は自局である。これに対して、第2実施形態では、 $i$ 番目の下位局100は制御対象局（例えば、通信開始局）である。

## 【0116】

第2算出部210は、第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”を第1算出部209から取得する。第2算出部210は、下位局100（通信開始局）について、直近予測情報を直近予測情報取得部207から取得する。

20

## 【0117】

第2算出部210は、第2算出部110と同様に、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”を算出する。

## 【0118】

ここで、算出部208は、無線通信の開始前においては、最終的な無線チャネルの使用確率として第1算出部209の算出結果を出力する。一方で、算出部208は、無線通信の開始前においては、最終的な無線チャネルの使用確率として第2算出部210の算出結果を出力する。

30

## 【0119】

割当部211は、第2算出部210の算出結果（すなわち、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”）に基づいて、無線通信に使用する無線チャネルを割り当てる。具体的には、割当部211は、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”に応じて閾値を設定する。割当部211は、各無線チャネルの使用判断に用いる乱数を発生する。続いて、割当部211は、乱数が閾値よりも高い無線チャネルを無線通信に使用する無線チャネルとして決定する。さらに、割当部211は、無線通信に使用する無線チャネルを下位局100（通信開始局）に割り当てる。なお、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”が高いほど、閾値が小さいことに留意すべきである。

## 【0120】

40

送信部212は、下位局100の位置登録の完了を通知する登録完了通知を下位局100に送信する。登録完了通知は、上位局200と設定可能な全ての無線チャネルを示すチャネル情報を含む。チャネル情報は、各無線チャネルの帯域、変調方法、復号方法などを含む。送信部212は、下位局100（通信開始局）に割り当てた無線チャネルを示すチャネル割り当て情報を下位局100（通信開始局）に送信する。

## 【0121】

（無線通信システムの動作）

以下において、第2実施形態に係る無線通信システムの動作について図面を参照しながら説明する。図8は、第2実施形態に係る無線通信システムの動作を示すシーケンス図である。

50

## 【0122】

図8に示すように、ステップ110において、最上位局300は、上位局200が使用可能な全ての無線チャネルを上位局200に通知する。

## 【0123】

ステップ111において、下位局100は、下位局100の位置登録を要求する位置登録要求を上位局200に通知する。

## 【0124】

ステップ112において、上位局200は、位置登録要求を送信した下位局100の位置をDBDB（HLRやVLRなど）に登録する。

## 【0125】

ステップ113において、上位局200は、下位局100の位置登録の完了を通知する登録完了通知を下位局100に送信する。

## 【0126】

ステップ114において、上位局200は、各下位局100が無線通信で実際に用いる無線チャネルを監視する。これによって、上位局200は、各下位局100のそれぞれについて、チャネル使用情報を取得する。

## 【0127】

ステップ115において、下位局100は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を予測する。下位局100は、自局が無線通信で伝送すると予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する。

## 【0128】

ステップ116において、下位局100は、ステップ115で生成された将来予測情報を上位局200に送信する。また、他の下位局100は、他の下位局100で生成された将来予測情報を上位局200に送信する。

## 【0129】

ステップ117において、上位局200は、将来予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に算出する。すなわち、上位局200は、上述した第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”を取得する。

## 【0130】

なお、ステップ115～ステップ117の処理は、所定周期で繰り返されることに留意すべきである。

## 【0131】

ステップ118において、下位局100（通信開始局）は、無線通信の開始を要求する通信開始要求を上位局200に送信する。

## 【0132】

ステップ119において、下位局100（通信開始局）は、自局が無線通信で伝送するトラフィック量を予測する。下位局100（通信開始局）は、自局が無線通信で伝送すると予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する。なお、直近予測情報を取得するタイミングは、下位局100が通信を開始するタイミングであり、将来予測情報を取得する周期とは異なることに留意すべきである。

## 【0133】

ステップ120において、下位局100（通信開始局）は、ステップ119で生成された将来予測情報を上位局200に送信する。

## 【0134】

ステップ121において、上位局200は、直近予測情報を用いて無線チャネルの使用確率を無線チャネル毎に補正する。すなわち、上位局200は、上述した第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”を取得する。

## 【0135】

ステップ122において、上位局200は、ステップ121の結果（すなわち、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”）に基づいて、無線通信に使用する無線チャネルを割り当て

10

20

30

40

50

る。具体的には、上位局 200 は、第 2 調整使用確率 “ $p_{4j}(t)$ ” に応じて閾値を設定する。上位局 200 は、各無線チャネルの使用判断に用いる乱数を発生する。続いて、上位局 200 は、乱数が閾値よりも高い無線チャネルを無線通信に使用する無線チャネルとして決定する。さらに、上位局 200 は、無線通信に使用する無線チャネルを下位局 100（通信開始局）に割り当てる。

#### 【0136】

ステップ 123 において、上位局 200 は、ステップ 122 で割り当てられた無線チャネルを示すチャネル割り当て情報を下位局 100（通信開始局）に送信する。

#### 【0137】

ステップ 124 において、下位局 100（通信開始局）は、上位局 200 によって割り当てられた無線チャネルを用いて送信信号を上位局 200 に送信する。

10

#### 【0138】

（作用及び効果）

第 2 実施形態によれば、算出部 208 は、下位局毎に取得された将来予測情報及びチャネル使用情報によって、無線チャネルの使用確率を算出する。また、算出部 208 は、下位局 100（通信開始局）の将来予測情報及び直近予測情報に基づいて、無線チャネルの使用確率を補正する。

#### 【0139】

すなわち、将来予測情報及びチャネル使用情報によって無線チャネルの使用確率を算出することによって、通信チャネル（周波数）を各通信装置に公平に割り当てることができる。また、通信開始局の将来予測情報及び直近予測情報に基づいて無線チャネルの使用確率を補正することによって、通信チャネルの使用確率の算出精度を向上させることができる。

20

#### 【0140】

〔第 3 実施形態〕

以下において、第 3 実施形態について図面を参照しながら説明する。以下においては、上述した第 1 実施形態と第 3 実施形態との相違点について主として説明する。

#### 【0141】

具体的には、上述した第 1 実施形態では、下位局 100 は、他の下位局 100 について将来予測情報を他の下位局 100 から受信する。これに対して、第 3 実施形態では、下位局 100 は、他の下位局 100 について将来予測情報を自局で予測する。

30

#### 【0142】

（下位局の構成）

以下において、第 3 実施形態に係る下位局の構成について図面を参照しながら説明する。図 9 は、第 3 実施形態に係る下位局 100 を示すブロック図である。なお、図 9 では、図 2 と同様の構成について同様の符号を付していることに留意すべきである。

#### 【0143】

図 9 に示すように、下位局 100 は、図 2 の構成と比較すると、将来予測情報取得部 104 を有していない。

#### 【0144】

将来予測部 106 は、記憶部 105 に接続されており、チャネル使用情報を記憶部 105 から取得する。続いて、将来予測部 106 は、チャネル使用情報（すなわち、無線チャネルの使用履歴）に基づいて、他の下位局 100 が無線通信で伝送するトラフィック量を予測する。将来予測部 106 は、他の下位局 100 が無線通信で伝送すると予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する。

40

#### 【0145】

なお、他の構成の動作及び機能については、第 1 実施形態と同様であるため、他の構成の説明を省略する。

#### 【0146】

〔第 4 実施形態〕

50

以下において、第4実施形態について図面を参照しながら説明する。以下においては、上述した第2実施形態と第4実施形態との相違点について主として説明する。

【0147】

具体的には、上述した第2実施形態では、上位局200は、各下位局100について将来予測情報を各下位局100から受信する。これに対して、第4実施形態では、上位局200は、各下位局100について将来予測情報を自局で予測する。

【0148】

また、上述した第2実施形態では、上位局200は、下位局100（通信開始局）について直近予測情報を下位局100（通信開始局）から受信する。これに対して、第4実施形態では、上位局200は、下位局100（通信開始局）について直近予測情報を自局で予測する。

10

【0149】

（上位局の構成）

以下において、第4実施形態に係る上位局の構成について図面を参照しながら説明する。図10は、第4実施形態に係る上位局200を示すブロック図である。なお、図10では、図7と同様の構成について同様の符号を付していることに留意すべきである。

【0150】

図10に示すように、上位局200は、図7の構成と比較すると、将来予測情報取得部206及び直近予測情報取得部207に代えて、将来予測部221及び直近予測部222を有する。

20

【0151】

将来予測部221及び直近予測部222は、記憶部205に接続されており、チャンネル使用情報を記憶部205から取得する。

【0152】

将来予測部221は、チャンネル使用情報（すなわち、無線チャンネルの使用履歴）に基づいて、各下位局100が無線通信で伝送するトラフィック量を予測する。将来予測部221は、各下位局100が無線通信で伝送すると予測されたトラフィック量を示す将来予測情報を取得する。

【0153】

直近予測部222は、チャンネル使用情報（すなわち、無線チャンネルの使用履歴）に基づいて、下位局100（通信開始局）が無線通信で伝送するトラフィック量を予測する。直近予測部222は、下位局100（通信開始局）が無線通信で伝送すると予測されたトラフィック量を示す直近予測情報を取得する。

30

【0154】

なお、他の構成の動作及び機能については、第2実施形態と同様であるため、他の構成の説明を省略する。

【0155】

〔評価結果〕

以下において、シミュレーション評価結果について説明する。図11は、シミュレーション評価の諸元を示す図である。図12は、シミュレーション評価結果を示す図である。なお、図12は、従来手法と本実施形態との比較結果を示す図である。

40

【0156】

従来手法は、直近予測情報を用いずに将来予測情報のみで無線チャンネルの使用確率を算出したケースである。本実施形態は、上述したように、将来予測情報に加えて、直近予測情報を用いて無線チャンネルの使用確率を算出したケースである。

【0157】

図12に示すように、本実施形態では、従来手法に比べて、下位局100の利得が向上することが確認された。すなわち、本実施形態では、従来技術に比べて、信号衝突及びリソースの浪費が避けられることが確認された。

【0158】

50

〔その他の実施形態〕

本発明は上述した実施形態によって説明したが、この開示の一部をなす論述及び図面は、この発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【0159】

上述した実施形態では、第1補正使用確率“ $p_{1i}(t)$ ”は、第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”に調整されるが、これに限定されるものではない。例えば、チャンネル使用情報（利得）と無線チャンネルの使用確率との関係が既知である場合には、この調整処理は省略されてもよい。

【0160】

上述した実施形態では、第2補正使用確率“ $p_{3i}(t)$ ”は、第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”に調整されるが、これに限定されるものではない。例えば、チャンネル使用情報（利得）と無線チャンネルの使用確率との関係が既知である場合には、この調整処理は省略されてもよい。

【0161】

上述した実施形態では特に触れていないが、複数の下位局100はグループ化されていてもよい。このようなケースでは、無線チャンネルの使用確率は、グループに割り当てられた無線チャンネルを対象として算出される。

【0162】

上述した実施形態では特に触れていないが、チャンネル使用情報は、下位局100のアプリケーションに応じて定義されることが好ましい。例えば、アプリケーションとしては、比較的狭帯域で長時間連続してデータを送信するアプリケーション（例えば、音声通話、広帯域で比較的短時間で大量のデータを送信するアプリケーションなどが挙げられる。このようなケースを考慮すると、チャンネル使用情報は、無線チャンネルの使用時間及び無線チャンネルの帯域幅の積によって定義されることが好ましい。

【0163】

上述した実施形態では特に触れていないが、チャンネル使用情報は、下位局100の送信電力に応じて定義されることが好ましい。例えば、通信システムが異なるようなケースでは、下位局100の送信電力が高い場合には、下位局100が用いる無線チャンネルを他の下位局100が比較的広範囲に亘って用いることができない。このようなケースを考慮すると、チャンネル使用情報は、無線チャンネルの帯域幅及び無線チャンネルによって搬送される信号の無線距離の積によって定義されることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0164】

【図1】第1実施形態に係る無線通信システムの構成を示す図である。

【図2】第1実施形態に係る下位局100を示すブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る更新情報“ $\Delta p_i(t)$ ”の算出ブロック（第1算出部109）を示す図である。

【図4】第1実施形態に係る第1調整使用確率“ $p_{2i}(t)$ ”の算出ブロック（第1算出部109）を示す図である。

【図5】第1実施形態に係る第2調整使用確率“ $p_{4i}(t)$ ”の算出ブロック（第2算出部110）を示す図である。

【図6】第1実施形態に係る無線通信システムの動作を示すシーケンス図である。

【図7】第2実施形態に係る上位局200を示すブロック図である。

【図8】第2実施形態に係る無線通信システムの動作を示すシーケンス図である。

【図9】第3実施形態に係る下位局100を示すブロック図である。

【図10】第2実施形態に係る上位局200を示すブロック図である。

【図11】シミュレーション評価の諸元を示す図である。

【図12】シミュレーション評価結果を示す図である。

【符号の説明】

10

20

30

40

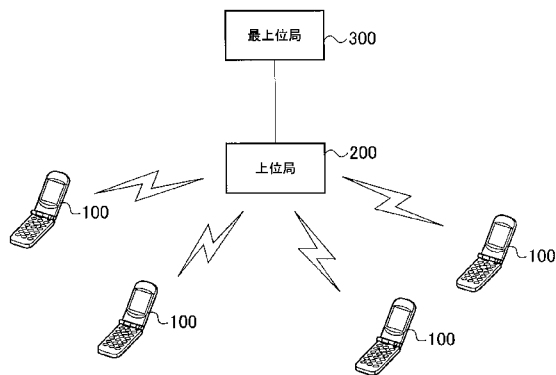
50

## 【0165】

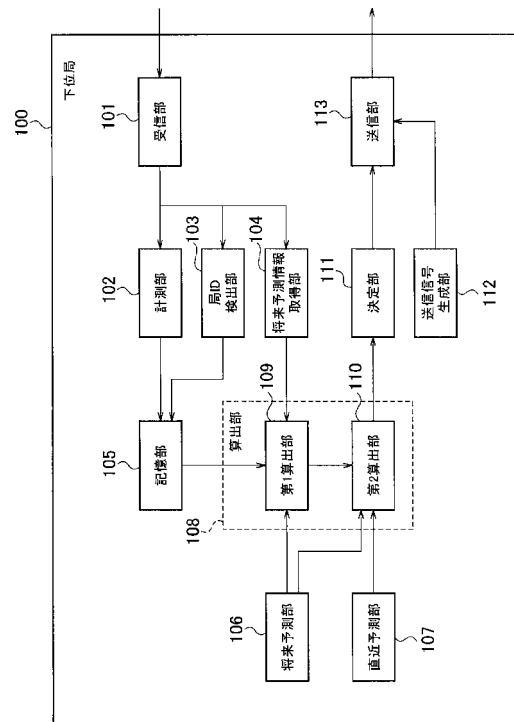
100・・・下位局、101・・・受信部、102・・・計測部、103・・・局ID検出部、104・・・将来予測情報取得部、105・・・記憶部、106・・・将来予測部、107・・・直近予測部、108・・・算出部、109・・・第1算出部、110・・・第2算出部、111・・・決定部、112・・・送信信号生成部、113・・・送信部、200・・・上位局、201・・・受信部、202・・・計測部、203・・・局ID検出部、205・・・記憶部、206・・・将来予測情報取得部、207・・・直近予測情報取得部、208・・・算出部、209・・・第1算出部、210・・・第2算出部、211・・・割当部、212・・・送信部、221・・・将来予測部、222・・・直近予測部、300・・・最上位局

10

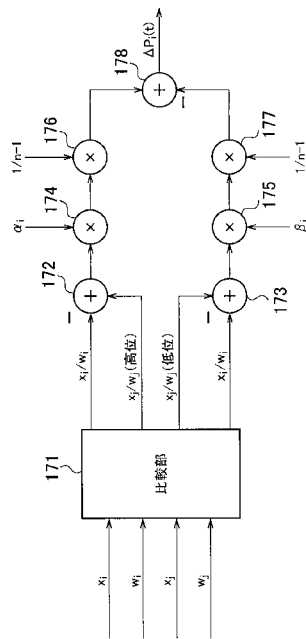
【図1】



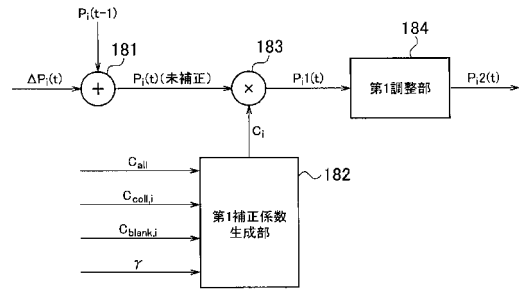
【図2】



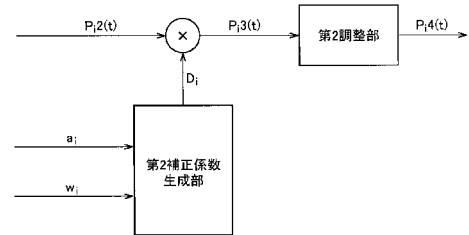
【図 3】



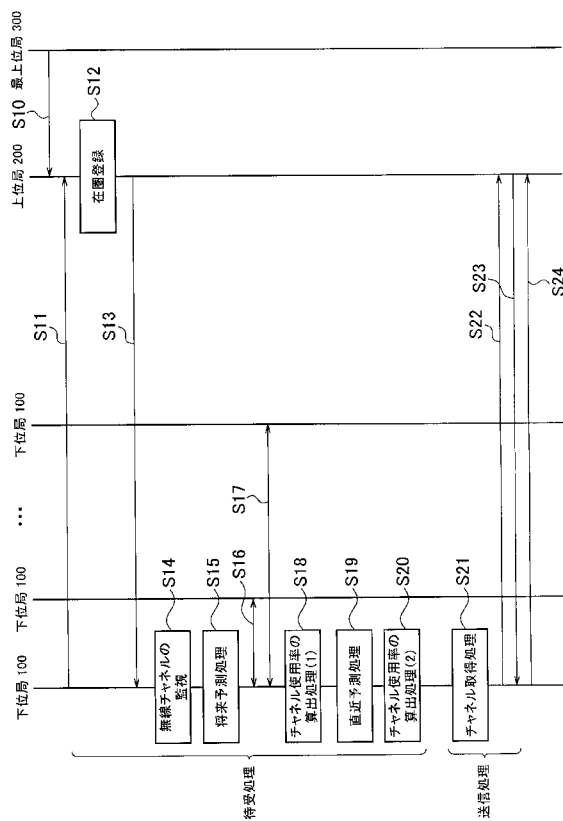
【図 4】



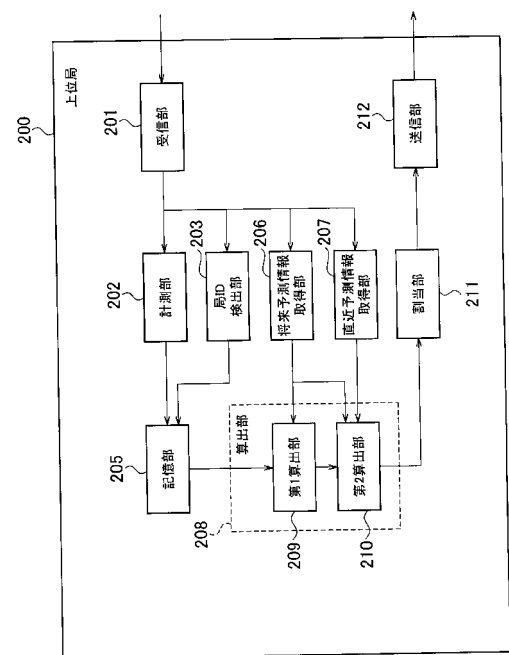
【図 5】



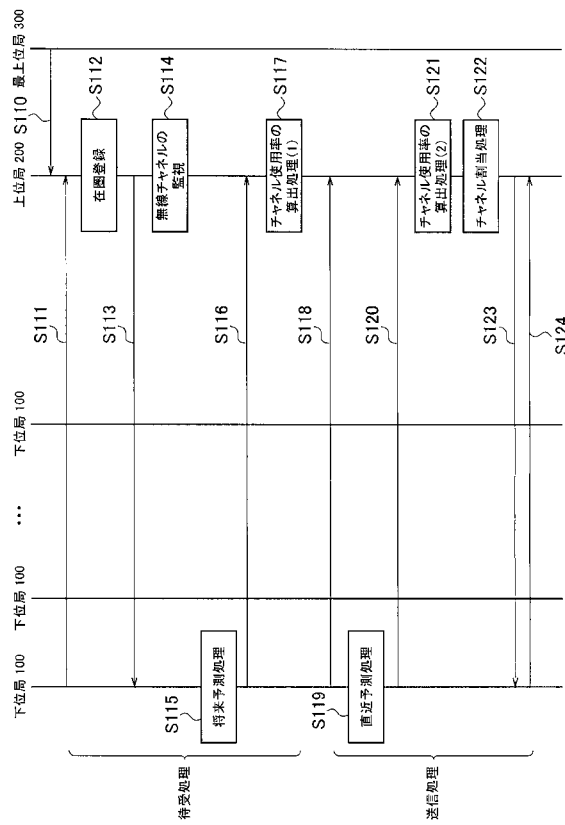
【図 6】



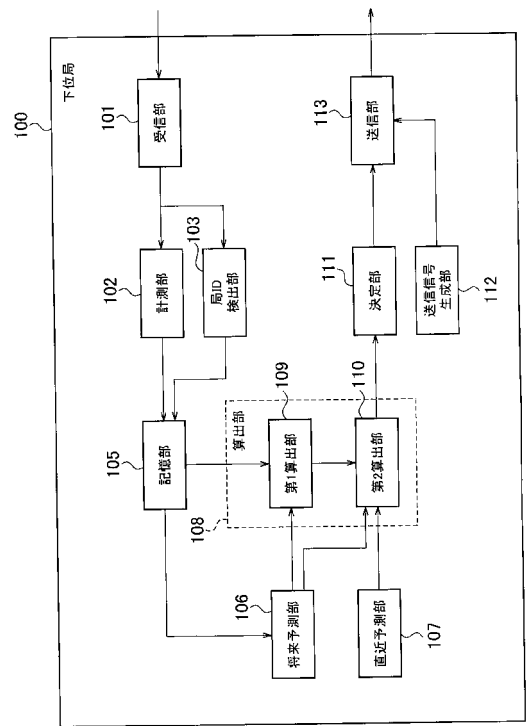
【図 7】



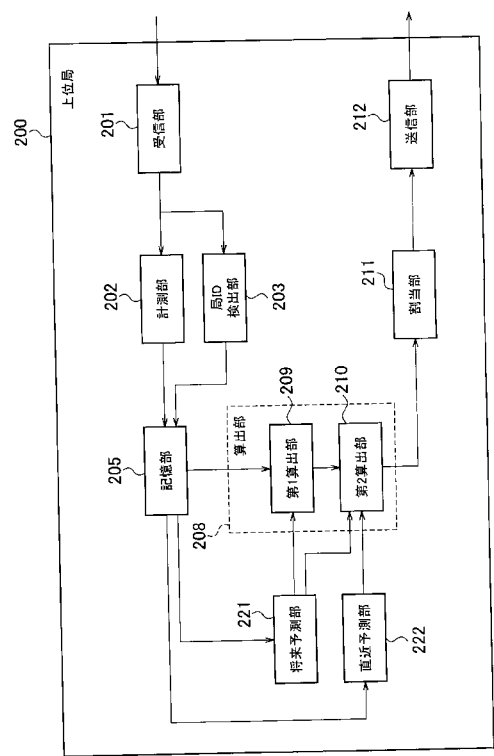
【図 8】



【図 9】



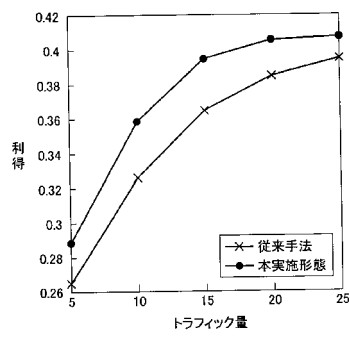
【図 10】



【図 11】

|                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 上位局数                          | 1                               |
| 下位局数                          | 8                               |
| 無線チャネル数                       | 100                             |
| トラフィックモデル                     | 長期<br>一様分布<br>(各局の平均トラフィック量は同一) |
|                               | 短期<br>ポアソン分布                    |
| 長期トラフィック予測誤り                  | 真値の2倍(4局)、真値の半分(残り4局)           |
| 係数( $\alpha, \beta, \gamma$ ) | (1.0, 0.2, 0.9)                 |

【図 12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山田 武史

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

(72)発明者 イヴァン コソヴィッチ

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

Fターム(参考) 5K033 AA01 CA17 DA01 DA17

5K067 EE12