

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3640419号

(P3640419)

(45) 発行日 平成17年4月20日(2005.4.20)

(24) 登録日 平成17年1月28日(2005.1.28)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H04Q 7/38

H04B 7/26

I O 9 A

H04B 7/15

H04B 7/15

Z

H04B 7/26

H04B 7/26

A

請求項の数 4 (全 51 頁)

(21) 出願番号	特願平6-292055	(73) 特許権者	390009597
(22) 出願日	平成6年11月1日(1994.11.1)		モトローラ・インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開平7-193868		MOTOROLA INCORPORATED
(43) 公開日	平成7年7月28日(1995.7.28)		ED
審査請求日	平成13年10月19日(2001.10.19)		アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、
(31) 優先権主張番号	08/150,702		イースト・アルゴンクイン・ロード1303
(32) 優先日	平成5年11月10日(1993.11.10)	(74) 代理人	100083574
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 池内 義明
		(72) 発明者	デニス・ビー・ディーケルマン
			アメリカ合衆国アリゾナ州85284、テ
			ンプ、イースト・コートニー・レーン 188
		審査官	佐藤 聡史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 衛星セルラネットワーク資源管理方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の衛星(12)を有する衛星セルラ通信システムを動作させるための衛星セルラネットワーク資源管理方法であって、前記衛星のうちの少なくともいくつかは天体の表面に対して移動しており、各々の衛星(12)は送信機および受信機を含む通信資源を含んでおり、前記衛星(12)は複数の地上ターミナル(26)および少なくとも1つの制御ステーション(28)と通信し、前記方法は、

a) 第1のコンピュータによって、将来の所定の期間の間における、地上ターミナル(26)と衛星(12)との間を通ることが予期される通信トラフィックおよび前記衛星(12)の動作能力を予測する段階、

b) 前記予測された通信トラフィックおよび動作能力から、前記将来の所定の期間の間における前記予測された通信トラフィックを受け入れ可能に収容するのに適した前記衛星上の資源を管理するための各々の衛星に対する個別動作計画を決定する段階、

c) 各々の衛星内にそのような衛星に対する前記個別動作計画を送信しかつ格納する段階、そして

d) 将来の所定の期間の間における実際の通信トラフィックの要求に応じて各々の衛星内に格納された前記個別動作計画にしたがって各々の衛星(12)の送信機および受信機を動作させる段階、

を具備することを特徴とする衛星セルラネットワーク資源管理方法。

【請求項2】

複数の衛星（１２）を有する衛星セルラ通信システムを動作させる方法であって、前記衛星のうちの少なくともいくつかは天体の表面に対して移動しており、前記複数の衛星（１２）の各々は送信機および受信機および前記送信機および受信機に結合され電磁エネルギーを受信および送信するための１つまたはそれ以上のダウンリンク装置を具備し１つまたはそれ以上の通信セルを前記天体の表面上に投影し、前記衛星（１２）は少なくとも１つの制御ステーション（２８）および前記複数の衛星（１２）と通信するために電磁エネルギーを受信および送信するための１つまたはそれ以上のアップリンク装置を有する複数の地上ターミナル（２６）と通信し、前記方法は、

a) 第１のコンピュータによって、将来の所定の期間の間に、地上ターミナル（２６）と、衛星（１２）との間を通ることが予想される通信トラフィックおよび前記衛星（１２）の動作能力を予測する段階、

b) 前記予測されたトラフィックおよび衛星の動作能力から、前記将来の所定の期間の間に前記予測されたトラフィックを受け入れ可能に収容するのに適した各々の衛星に対する個別動作計画を決定する段階、

c) 各々の衛星内にそのような衛星のための前記個別動作計画を送信しかつ格納する段階、そして

d) 前記将来の所定の期間の間における実際のトラフィック要求に応じて前記格納された個別動作計画にしたがって前記衛星（１２）の送信機および受信機を作動させる段階、を具備することを特徴とする衛星セルラ通信システムを動作させる方法。

【請求項３】

衛星資源を具備する、セルラ通信システムであって、前記衛星資源は、複数の衛星（１２）であって、該衛星のうちのいくつかは天体の表面に対して移動しており、各々の衛星は少なくとも１つの地上ターミナルとの通信を提供するための１つまたはそれ以上の送信機および受信機を含み、かつ前記１つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも２つの装置を含むもの、

制御ステーション（２８）によって前記衛星（１２）に提供される将来の所定の期間の間前記衛星を動作させるための個別動作計画を含む衛星レジデントメモリであって、前記個別動作計画は前記衛星に対し前記将来の所定の期間の間における所定の時間に衛星の動作モードを変更させるもの、そして

前記衛星レジデントメモリおよび前記１つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され前記衛星レジデントメモリに格納された前記個別動作計画によって決定される様式で前記衛星（１２）を通る通信トラフィックにしたがって前記１つまたはそれ以上の送信機および受信機を作動させるための衛星レジデントコントローラ、を含むことを特徴とするセルラ通信システム。

【請求項４】

天体の周りの非静止軌道に配置するための複数の衛星（１２）の通信システムであって、衛星資源を具備し、該衛星資源は、

個別セルラ無線機を含む複数の地上ターミナル（２６）との通信を提供するための前記衛星（１２）における１つまたはそれ以上の送信機および受信機、

前記１つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され、前記衛星（１２）上で電磁エネルギーを受信および送信するための１つまたはそれ以上の装置、

別個の制御ステーション（２８）によって前記衛星（１２）に提供される個別動作計画を含む衛星レジデントメモリであって、前記個別動作計画は各々の衛星を所定の将来の期間の間動作させるためのものであり、前記個別動作計画は前記衛星が軌道に配置された後に前記衛星レジデントメモリにロード可能であるもの、

前記衛星レジデントメモリおよび前記１つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され前記衛星レジデントメモリ内に格納された前記個別動作計画によって決定される様式で前記衛星（１２）を通る通信トラフィックにしたがって前記１つまたはそれ以上の送信機および受信機を作動させるための衛星レジデントコントローラであって、前記衛星レジデ

10

20

30

40

50

ントメモリ内の前記個別動作計画は前記天体に対する前記衛星の軌道位置によって変動する前記衛星のための異なる動作規則を提供するエントリを有するテーブルを備え、前記動作規則は電磁エネルギーを受信および送信するための前記装置の少なくとも1つのカバレッジフットプリント内の地上ターミナル(26)から第1のメッセージを送信および受信するために前記衛星上の送信機および受信機によって使用される通信チャネルパラメータを具備するもの、

を含むことを特徴とする天体の周りの非静止軌道に配置するための複数の衛星(12)の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【産業上の利用分野】

本発明は一般的には分散型電気通信システムにおける資源管理に関する。

【0002】

【従来の技術】

「資源(resource)」はここでは通信トラフィックをサポートするために直接的にまたは間接的に使用できる通信システムの要素として定義される。例えば、衛星のバッテリーに蓄積された電氣的エネルギー、または無線リンクのチャネル容量はこのような定義の下での資源である。通信システムのトラフィック伝達容量はいずれのシステムにおいても有限の量の資源が存在するため制限される。例えば、トラフィック需要および機器の電力要求(例えば、コンピュータのための電力、衛星誘導エネルギー、その他)はシステム資源を消費する。

20

【0003】

限られた資源を有するいずれのシステムにおいても、資源の使用の管理は最適のシステム性能を達成するために望ましいことである。特に、地上をベースとした機器と通信する衛星または他の比較的アクセスが困難なノードを含む通信システムにおいては、資源管理は極めて重要である。

【0004】

図1は軌道を周回する衛星12を用いることによって天体(例えば、地球)の上にかつ該天体を囲んで分散された、衛星をベースとしたセルラ通信システム10の単純化した図を示す。

30

【0005】

衛星12は低高度地球軌道(low-earth orbits)、中高度地球軌道(medium-earth orbits)、静止軌道(geosynchronous orbits)、またはそれらの組み合わせとすることができ、軌道14を占有する。低高度地球軌道は一般に約600キロメートルから2,000キロメートルの高度にあり、中高度地球軌道はおおよそ2,000キロメートルから20,000キロメートルの高度にあり、かつ静止軌道はおおよそ42,165キロメートルの高度にあるが、他の高度も使用できる。示された例では、通信システム10は6つの極軌道面を使用し、各々の軌道面は11個の衛星12を保持し、合計66個の衛星12がある。しかしながら、これは本質的なものではなく、かつより多くのまたはより少ない数の衛星、またはより多くのまたはより少ない数の軌道面、または軌道周回および静止衛星の組み合わせを使用できる。説明の明瞭化のため、図1は数個の衛星12のみを示している。

40

【0006】

衛星12は地上機器と通信し、該地上機器は任意の数の無線通信加入者ユニット26、システム制御セグメント地上通信ステーション24またはゲートウェイ地上通信ステーション30とすることができる。

【0007】

「加入者(subscriber)」はここではシステムの利用者として定義される。図1は無線リンクを介して衛星12と直接通信する個々の通信の通信ターミナルである「加入者ユニット」26(SU)を示している。SU26は加入者データを衛星12に送信し

50

かつ加入者データを衛星12から受信するよう構成された手持型、携帯セルラ電話とすることができる。「加入者データ」はここではSU26から発信しまたはSU26に着信するデータ（例えば、音声、ページング、またはファクシミリデータ）と定義される。

【0008】

「地上通信ステーション（Ground Communication Station）」（GCS）は地上をベースとした機器（例えば、ゲートウェイ22またはシステム制御セグメント28）を衛星12とインタフェースすることができる地上通信設備と定義される。図1はゲートウェイ22と関連したゲートウェイGCS30（GW-GCS）およびシステム制御セグメント28と関連したシステム制御セグメントGCS24（SCS-GCS）を示している。SCS-GCS24は衛星12の集団（constellation）のためのデータ転送およびテレメトリ、トラッキング、および制御機能を行なう。GW-GCS30は衛星12とゲートウェイ22との間のデータ転送を行なう。

10

【0009】

「ゲートウェイ（Gateway）」22（GW）はここではGW-GCS30（かつ、したがって衛星12）を、例えば、図示しない公衆交換電話ネットワーク（PSTN）のような地上をベースとした機器とのインタフェースを可能にする、典型的には地上をベースとした、機器設備として定義される。GW22は地上電話機器（例えば、PSTN機器）および衛星12と組合わせて呼処理機能を行なうことができる。GW22はGW-GCS30を介して通信システム10の残りの部分と通信する。GW22はGW-GCS30と同じ場所に配置される必要はない。GW22は、必須のことではないが、好ましくは陸線（land-lines）を介してGW-GCS30に結合される。別の実施例では、GW22は光ファイバリンク、無線リンクまたは他の伝送媒体を介してGW-GCS30に接続することができる。

20

【0010】

「システム制御セグメント（System Control Segment）」28（SCS）はここでは通信システム10の動作を制御する、典型的には地上をベースとした、制御設備と定義される。SCS28はSCS-GCS24を介して通信システム10の残りの部分と通信する。SCS28はSCS-GCS24と同じ場所に配置する必要はない。SCS28は、必須のことではないが、好ましくは陸線を介してSCS-GCS24に接続される。別の実施例では、SCS28は光ファイバリンク、無線リンク、または他の伝送媒体を介してSCS-GCS24に接続することができる。

30

【0011】

「地上ターミナル（Ground Terminal）」（GT）はここでは衛星12と直接通信できる、天体（例えば、地球）の表面上にまたは表面近くに配置された、任意の通信設備（例えば、GW-GCS30、SCS-GCS24、SU26、その他）として定義される。この定義によれば、SCS28およびGW22はGTではない。

【0012】

「システムノード（system node）」はここでは衛星12、SU26、GW22、SCS28、SCS-GCS24またはGW-GCS30として定義される。GW22、SCS28、SU26、SCS-GCS24およびGW-GCS30の内の各々の1つのみが図1では明瞭化および理解を容易にするため示されている。当業者は本明細書の記述に基づき、通信システムの必要性に応じて、付加的なシステムノードを設けることが望ましい場合もあることを理解するであろう。

40

【0013】

「チャネル（channel）」はここでは通信チャネルのアクセスの機会（opportunity）として定義される（例えば、時分割多元接続（TDMA）、周波数分割多元接続（FDMA）、または符号分割多元接続（CDMA）スロット）。「リンク（link）」はここではどのような種類の通信アクセスプロトコルが使用されるかとは無関係に、1つのシステムノードおよび他のシステムノードの間で確立される通信チャネルとして定義される。「システムデータ（System data）」はここではシステム10

50

の制御および動作に必要なデータ（例えば、システム制御情報、呼セットアップデータ、シグナリングデータ、その他）として定義される。

【0014】

図2は、通信システム10（図1）におけるいくつかのシステムノードの間の通信リンクを示している。SU26は以後「加入者リンク」40と称される無線リンクによって衛星12と加入者データを交換する。加入者リンク40は一般に加入者データを伝達する少ない帯域幅のチャネルである。ここで使用されているように、用語「アンテナ」は電磁エネルギーを送信しおよび／または受信するための任意の装置に言及するものと考えている。加入者信号は望ましくは衛星12上の専用のセルラ加入者アンテナ42を介して衛星12に「持ち上げられ（brought up）」、該専用のセルラ加入者アンテナ42は天体の表面上に「セル」44のパターンを投影し、該セル44内に前記加入者26と加入者アンテナ42との間で通信が行なわれるようにするために前記SU26が位置しなければならない。各々のセル44には周囲のセルの加入者チャネルと干渉しない加入者チャネルの組が割当てられる。好ましい実施例では、各々の加入者チャネルは単一の加入者チャネルを使用して多数のユーザが通信できるようにするため多重化することができる（例えば、TDMA、FDMA、CDMA、その他、あるいはそれらの組合わせ）。別の実施例では、前記加入者チャネルは多重化されなくてもよい。

10

【0015】

「アップ／ダウンリンク（up/down link）」はここでは地上をベースとした通信設備（例えば、SCS-GCS24またはGW-GCS30）と衛星12との間の無線チャネルとして定義される。衛星12はGW-GCS30およびSCS-GCS24と2つのタイプのアップ／ダウンリンク、すなわち、「フィーダリンク（feeder links）」46および「制御リンク（control links）」48、を介してデータを交換する。衛星12とGW-GCS30との間のフィーダリンク46はシステムデータおよび加入者データを伝達する。衛星12とSCS-GCS24との間の制御リンク48は一般にシステムデータのみを伝達する。フィーダ46および制御48リンクは望ましくは専用の衛星のダウンリンクアンテナ50、GW-GCS30におけるGW-GCSアップリンクアンテナ52、およびSCS-GCS24におけるSCS-GCSアップリンクアンテナ54を使用する。

20

【0016】

「アップリンク（up-link）」はここではGW-GCS30またはSCS-GCS24から衛星12へのリンクとして定義される。「ダウンリンク（down-link）」はここでは衛星12からGW-GCS30またはSCS-GCS24へのリンクとして定義される。

30

【0017】

「クロスリンク（cross-link）」はここでは1つの軌道を周回する衛星と軌道を周回する近隣の衛星との間の無線チャネルとして定義される。「近隣の衛星（Neighbor satellites）」はここでは互いに直接的な通信を確立可能な衛星として定義される。「非近隣衛星（Non-neighbor satellites）」はここでは（例えば、到達距離の制限、妨害の制約、または地理的障壁により）互いに直接的な通信を確立できない衛星12として定義される。衛星12は近隣の衛星12とクロスリンク56を介してデータを交換するが、もちろん衛星12はまた非近隣衛星とデータを交換することもできる。クロスリンク56はシステムデータおよび加入者データを伝達する。SU26からの加入者データは該加入者データが他の衛星12またはGW-GCS30に通信されなければならない場合に衛星12内のクロスリンク信号に変換される。衛星12上のクロスリンクアンテナ58は望ましくは直接他の衛星12に信号を送信しかつ直接他の衛星12から信号を受信するために使用される。もし複数の衛星12と同時通信が望まれる場合は、複数の（multiple）クロスリンクアンテナ58が使用できる。

40

【0018】

50

図1を参照すると、衛星12は同じ軌道面内で該衛星に先行する他の衛星12と「前方に（fore）」通信し、かつ該衛星に続く他の衛星12と「後方に（aft）」通信する。また、ここで定義されているように、衛星12は他の衛星12がどちらの隣接面に位置するかに応じて、隣接軌道面にある該他の衛星12と「左側に（left）」または「右側に（right）」通信する。「左側」、「右側」、「前方」、および「後方」はあたかも観察者が衛星の移動の方向に面して該衛星12に乗っているかのようにして規定されている。

【0019】

従来技術の古典的な「折り曲げパイプ（bent-pipe）」通信システムにおいては、衛星12はクロスリンク56（図2）によって他の衛星12と直接通信はしない。そのかわり、1つの衛星12からの信号は中継リンク60によって中継装置62に送信される。中継装置62は次に前記信号中のデータを陸をベースとした無線機または陸線機器に通信し、あるいはそれを他の衛星12にまたは中継地上リンク64により他のノードへと通信することができる。中継装置62はそれが送受信衛星の見える所にある限り地球をベースとしても良く、空中、または宇宙空間をベースとしたものでもよい。典型的な「折り曲げパイプ」システムの他の特徴は衛星12が信号の発信元または着信先とは独立に、ほとんど1つの周波数で信号を受信しかつそれらを他のもので送信するだけであり、すなわち、「折り曲げパイプ」衛星トランスポンダにおいては何らの情報処理も行なわれないことである。

【0020】

通信システム10の首尾よい動作のためには、システム効率を最大にするために各々のシステムノードの有限の資源の管理が必要である。例えば、通信システム10はある1つの忙しい大都市領域（例えば、東京）に、例えば、30分後に他の忙しい大都市領域（例えば、ニューヨーク市）をサポートするために必要になる衛星上の蓄積されたエネルギーの全てを消費させるべきではない。衛星12上に蓄積されたエネルギーは典型的には太陽光線を電氣的エネルギーに変換するための衛星の太陽エネルギー収集器の能力により、かつ変換された太陽エネルギーを格納するための衛星のバッテリーの能力によって制限される。したがって、充電状態または衛星のバッテリーに格納されたエネルギーの量は管理されなければならない重要な物理的制約である。

【0021】

衛星のアンテナ42、50、58もまた限られた資源である。限られた数のアンテナが衛星12上にあるから、衛星12に対しあるいは衛星12を介して通信できる地上ターミナル26、24、30、62および他の衛星12の数はアンテナ42、50、58の数によって制限される。セルラ衛星通信システムについては、アンテナ42毎の加入者セル44の数およびセル毎の加入者チャンネルの数は付加的な資源の制限を規定する。

【0022】

宇宙をベースとした通信システムの物理的資源に加えて、動作上の制約もまた資源の使用に影響を与える。動作上の制約は妨害（interference）、ライセンス、およびスペクトルの制約である。例えば、衛星12は敏感な地上をベースとした機器（例えば、電波天文学用受信機）との妨害を避けるために地球上の特定の位置の上を通過する間にそのセル44のいくつかをターンオフすることを要求されるかもしれない。

【0023】

宇宙空間をベースとした通信システムにおいては資源管理が重要であるが、それは該資源は非常に制限されておりかつ衛星12の遠隔的な性質のためしばしば増大または補充するのが容易でないからである。

【0024】

衛星システムの資源管理のための従来の方法はシステム内で特定の事象または状態が生じたときに人間が従うためのコントロールルール手順を規定するデシジョンツリーに変換されるルールセットを人手により作成することを必要とする。

【0025】

10

20

30

40

50

前記ルールセット (rule sets) およびデシジョンツリーは人手により作成され、かつシステムの運用は人間がシステム情報を集めかつ前記コントロールルーム手順にしたがってそれに反応することを必要とするから、衛星システムを運用するために典型的には多数のスタッフが必要とされる。

【0026】

人間のスタッフを使用することによる1つの不都合はシステムを運用する大きなコストである。一般に、システム管理に対するよりコスト効率のよい解決方法は人間によるものよりも自動化されたプロセスを使用することである。

【0027】

意思決定 (decision making) プロセスにおいて人間を使用することに対する他の不都合はシステム事象に対する応答時間が低速であることである。低速の応答時間は好ましくない影響を与える。例えば、もしある衛星がそれ（または他の遠くに位置するノード）が蓄積されたエネルギーが危険なほど低い状態で動作していることを報告すれば、人間のオペレータは該情報を受信しかつ（システムの残りの部分に対する影響の分析を含めて）その問題を解決し、必要な行動をとるために要求される承認を得、かつ変更を実施するためにどのような行動をとるかを決定しなければならない。その間に、もし衛星が蓄積されたエネルギーがあまりにも低い状態で動作していれば、その搭載サブシステムはラインから外れかつ衛星全体がサバイバルモードに入るかあるいは不作動となるかもしれない、そのような時間の間影響を受けた衛星は加入者トラフィックをサポートできない。単一カバレッジシステム（すなわち、地球の表面上の多くの点が一度に1つの衛星のみによってサービスを受けるシステム）においては、これは特に重大である。前記影響を受けた衛星はラインから外れ (off line)、その衛星によってサポートされていた全てのトラフィックはドロップされる。前記影響を受けた衛星は全ての加入者呼および制御およびフィードリンクをその経路における至る所で終了させることになる。これはサービスの低下およびシステムの評判の悪化を意味する。もし前記衛星が永久にオフラインとなれば、衛星が置き換えられる間に何週間もの遅延を生じるかもしれない。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術の資源管理は主として人間により行なわれるから、人間の効率の限界が資源管理の効率、および効率的に制御できる衛星システムの大きさおよび複雑さに対する境界を設定する。衛星システムの複雑さが増大するに依りて問題は悪化するが、それは動的システム資源の量もまた増大するからである。

【0029】

急速に進展する通信技術と共に、より大きなかつより複雑な宇宙空間をベースとした通信システムが望ましくなる。大きなかつ複雑な宇宙空間をベースとした通信システムは人間のスタッフを主として使用して効率的に管理することはできないから、通信システムの物理的資源の迅速かつ適切な管理を可能にする適応型ネットワーク資源管理機能が望まれる。予期されない緊急事態または許容外の事態が生じた時に迅速に資源の使用を再計画する能力によってシステムダウン時間を最小にしかつシステムの効率および顧客の満足度を最大にすることができる。

【0030】

したがって、衛星通信システムの資源を迅速に管理するために計算機的に効率の良い (computationally efficient) 方法が必要である。

【0031】

さらに、システムがサービス要求の変化にリアルタイムで応答できるようにするため、資源分析および管理が可能な限り自動化されることが望ましい。自動化された管理は特に通信衛星の集団および関連する地上ステーションの限られた資源の使用を迅速に計画できるようにするために望ましい。

【0032】

【課題を解決するための手段および作用】

10

20

30

40

50

本発明の利点は1つの形態で、それらの内の少なくともいくつかは天体の表面に対して移動する、複数の衛星を有する衛星セルラ通信システムを動作させるための改善された方法によって実現され、前記衛星の各々は送信機および受信機を含み、かつシステム全体には複数の地上ターミナルおよび少なくとも1つの制御ステーションが含まれる。本発明は、

(a) 第1のコンピュータによって、将来の所定の期間の間に、地上ターミナルと衛星との間を通ることが予期される通信トラフィックおよび衛星の動作能力を予測する段階、(b) 前記予測されたトラフィックおよび衛星の動作能力から前記所定の期間の間に前記予測されたトラフィックを受け入れ可能に収容するのに適した各々の衛星のための個々の運用または動作計画を決定する段階、(c) 各々の衛星内にその様な衛星のための前記個々の運用計画を送信しかつ格納する段階、そして(d) 前記所定の期間の間に実際のトラフィック要求に応答して前記格納された個々の運用計画にしたがって前記衛星の送信機および受信機を作動させる段階、を具備する。

10

【0033】

衛星セルラ通信システムを動作させるための改善された方法を行なうための装置は、1つまたはそれ以上の制御ステーション、1つまたはそれ以上の地上ターミナル、およびそれらの内の少なくともいくつかは天体に対して移動している複数の衛星を備えたセルラ通信システムである。各々の衛星はお互いの間の通信を提供するための1つまたはそれ以上の送信機および受信機、そして前記1つまたはそれ以上の送信機または受信機に結合された少なくとも1つのダウンリンクアンテナを含む。前記少なくとも1つのダウンリンクアンテナの内の1つは加入者セルを前記天体の表面に投影するためのセルラアンテナである。各々の衛星はまた前記1つまたはそれ以上の制御ステーションの1つによって衛星に提供された運用計画を有する衛星レジデントメモリを含む。前記運用計画は衛星を所定の将来の期間の間運用するためのものである。前記運用計画は前記所定の期間の間に所定の時間にその動作モードを変更させる。各々の衛星はまた前記衛星レジデントメモリおよび前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合された衛星レジデントコントローラを具備する。衛星レジデントコントローラは前記衛星レジデントメモリに格納された衛星運用計画によって決定される様式で衛星を通る通信トラフィックにしたがって前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機を作動させるためのものである。

20

【0034】

前記1つまたはそれ以上の制御ステーションは衛星の間および衛星と地上ターミナルとの間を通ることが予期される通信トラフィックを予測する。前記1つまたはそれ以上の制御ステーションはまた将来の所定の期間の間における衛星の運用能力を予測する。前記1つまたはそれ以上の制御ステーションは各々の特定の衛星のために前記運用計画を発生する。該運用計画は特定の衛星の動作能力によって課される制約内で前記所定の期間の間に該特定の衛星のために予測されたトラフィックを受入れ可能に収容するのに適したものである。前記システムはまた衛星レジデントメモリに格納するために各々の特定の衛星に前記運用計画を送信するために前記1つまたはそれ以上の制御ステーションに関連する送信機を具備する。

30

【0035】

【実施例】

本発明は添付の特許請求の範囲に特定的に指摘されている。しかしながら、本発明のより完全な理解は図面と共に発明の詳細な説明および特許請求の範囲を参照することによって得ることができる。

40

【0036】

ここに述べる例示は本発明の好ましい実施例を1つの形態で示しており、かつその様な例示はいずれの形式においても制限的なものと解釈されるべきではない。

【0037】

図3は、衛星12の好ましい実施例を示す。衛星12は望ましくはクロスリンクアンテナ58、ダウンリンクアンテナ50、加入者アンテナ42を含む。クロスリンクアンテナ58はクロスリンク送信機80およびクロスリンク受信機82に結合されている。加入者ア

50

ンテナ４２は加入者送信機８４および加入者受信機８６に結合されている。ダウンリンクアンテナ５０はダウンリンク送信機８８およびダウンリンク受信機９０に結合されている。送信機８０，８４，８８および受信機８２，８６，９０は全て、衛星レジデントメモリ９４に結合された衛星レジデントコントローラ９２に結合されている。衛星１２はまた、例えば、衛星バッテリ９８に結合された衛星ソーラーパネル９６を含み、衛星バッテリ９８は衛星レジデントメモリ９４、衛星レジデントコントローラ９２、送信機８０，８４，８８および受信機８２，８６，９０に結合されかつ電氣的エネルギーを提供する。システム運用または動作計画（system operational plan）は衛星１２によってダウンリンクアンテナ５０およびダウンリンク受信機９０を介して好適に受信され、かつ衛星レジデントコントローラ９２によって衛星レジデントメモリ９４に格納される。前記システム運用計画は後により詳細に説明する。

10

【００３８】

衛星レジデントコントローラ９２は前記記憶された運用計画にしたがって衛星１２の実時間動作を制御する。これは部分的に、クロスリンクアンテナ５８、加入者アンテナ４２およびダウンリンクアンテナ５０による通信トラフィックを制御し、かつこれらのアンテナの方位を制御することを伴う。衛星レジデントコントローラ９２はまた衛星バッテリ９８における蓄積されたエネルギーを監視し、かつ前記運用計画にしたがって蓄積されたエネルギーの消費を制御する。衛星バッテリ９８の蓄積されたエネルギーは衛星ソーラーパネル９６により太陽光線を電氣的エネルギーに変換することによって補充される。ソーラーパネルが主要な電氣的エネルギー源であるものとして説明されているが、他の発生源も利用できる。制限的でない例としては燃料電池および原子炉がある。

20

【００３９】

図４は、ＳＵ２６の好ましい実施例を示す。ＳＵ２６は望ましくはＳＵ送信機１１２およびＳＵ受信機１１４に結合されたＳＵアンテナ１１０を含み、前記ＳＵ送信機１１２およびＳＵ受信機１１４は次に通信プロセッサ１１６に結合されている。通信プロセッサ１１６はＳＵレジデントメモリ１１８に結合されている。通信プロセッサ１１６はＳＵ２６に通信されるおよびＳＵ２６から通信されるデータ（例えば、音声データ）を制御しかつ処理する。前記通信プロセッサの制御タスクの一部はＳＵ２６が通信システム１０（図１）に対し「呼」を生成できるか否かを評価し、かつもしＳＵ２６が呼を生成できれば、ＳＵ２６がどの通信チャネルを使用できるかを評価することである。この評価または決定はＳＵ受信機１１４を介してＳＵ２６によって受信される衛星１２（図１）によるアクセスおよびチャネル情報送信（broadcast）に依存する。このアクセスおよびチャネル情報は衛星１２（図１）によるアクセスおよびチャネル情報の送信の前に該衛星のレジデントメモリ９４（図３）に格納された運用計画（operational plan）内に含まれている。ＳＵ２６は加入者データおよびシステムデータを、それぞれ、ＳＵ送信機１１２およびＳＵ受信機１１４を介して送信および受信する。

30

【００４０】

図５は、ＳＣＳ－ＧＣＳ２４の好ましい実施例を示し。該ＳＣＳ－ＧＣＳ２４はＳＣＳ－ＧＣＳ ＲＦ送受信機１３０に結合されたＳＣＳ－ＧＣＳアップリンクアンテナ５４を含み、前記ＳＣＳ－ＧＣＳ ＲＦ送受信機１３０は次にＳＣＳインタフェース１３２に結合されている。別の実施例では、ＳＣＳ－ＧＣＳ２４はさらにＳＣＳ－ＧＣＳレジデントプロセッサ１３６に結合されたＳＣＳ－ＧＣＳレジデントメモリ１３４を含み、前記ＳＣＳ－ＧＣＳレジデントプロセッサ１３６は望ましくはＳＣＳ－ＧＣＳ ＲＦ送受信機１３０とＳＣＳインタフェース１３２との間に結合される。ＳＣＳ２８（図１）は前記ＳＣＳインタフェース１３２を介して運用計画をＳＣＳ－ＧＣＳ２４に送信する。ＳＣＳ－ＧＣＳ２４は次に前記運用計画をＳＣＳ－ＧＣＳアップリンクアンテナ５４を介して衛星１２（図１）のようなシステムノードに送信する。ＳＣＳ－ＧＣＳ２４はまた他のシステムノードからテレメトリ情報を受信しかつその情報をＳＣＳインタフェース１３２を介してＳＣＳ２８（図１）に送信する。

40

【００４１】

50

図6は、ゲートウェイGCS30（GW-GCS）の好ましい実施例を示し、該ゲートウェイGCS30はGW-GCS RF送受信機150に結合されたGW-GCSアップリンクアンテナ52を含み、前記GW-GCS RF送受信機150は次にGWインタフェース152に結合されてる。別の実施例では、GW-GCS30はGW-GCSレジデントプロセッサ156に結合されたGW-GCSレジデントメモリをさらに含み、前記GW-GCSレジデントプロセッサ156は望ましくはGW-GCS RF送受信機150とGWインタフェース152との間に結合される。GW-GCS24はGWインタフェース152を介してGW22（図1）と通信する。GW-GCS24はGW-GCSアップリンクアンテナ52を介して衛星12（図1）と通信する。

【0042】

10

図7は、GW22の好ましい実施例を示す。GW22は望ましくはPSTN型インタフェース172に結合されたGWレジデントコントローラ170を含む。PSTN型インタフェース172はGW22を、特定の通信システムの要求に基づき、PSTN、国際交換センター（International Switching Center）、または他のネットワークに接続することができる。GWレジデントコントローラ170はまたGW-GCSインタフェース174に結合されている。GW22はGW-GCSインタフェース174を介してシステムの残りの部分と通信する。別の実施例では、GW22はさらにGWレジデントメモリ176を含むことができる。

【0043】

図8は、SCS28の好ましい実施例を示す。SCS28は望ましくはSCSレジデントメモリ192に結合されたSCSレジデントコントローラ190を含む。SCSレジデントコントローラ190はまたSCS-GCSインタフェース194に結合されている。好ましい実施例では、SCSレジデントコントローラ190は通信システム10（図1）のシステムノードの資源の使用を制御するシステム運用計画を発生する。SCSレジデントコントローラ190は前記システム運用計画の発生の間SCSレジデントメモリ190に格納された情報を使用する。前記システム運用計画はSCS-GCSインタフェース194を介してシステムの残りの部分に通信され、該SCS-GCSインタフェース194は前記運用計画をSCS-GCS24（図1）に送信する。SCS-GCSインタフェース194はまたSCS-GCS24（図1）からデータを受信する。

20

【0044】

30

1. 宇宙をベースとした通信システムの資源
 宇宙をベースとした電気通信システムは地上電気通信システムにおいて通常遭遇しない特別の問題を提示する。宇宙をベースとした通信システム内の衛星は最も限られた資源を有する。寸法および重量の制約は衛星が打上げ時に含むことができる資源の量を制限する。また、衛星の遠隔的な性質のため、外部資源からの資源の補充は実用的ではなくあるいは非常に制限されている。限られた衛星の資源は次のものを含む。

- ・ダウンリンク50（図3）、クロスリンク58（図3）および加入者アンテナ42（図3）、
- ・クロスリンク56（図2）、および制御リンク48、および中継リンク60（図2）の容量、
- ・加入者アンテナ42（図3）毎のアクティブなセル44（図2）の数、
- ・セル44（図2）毎のアクティブな加入者チャネルの数、そして
- ・時間にわたる蓄積された電気的エネルギーの利用可能性。

40

【0045】

地上をベースとした通信機器の資源は衛星の資源よりも制限が少ないが、それはこれらが増大または補充するのが容易であるからである。それらは一般に物理的要因よりもむしろ経済的要因によって制約される。

【0046】

2. ネットワーク資源マネージャの機能
 ここで使用されているように、用語「システム計画（system plan）」はシス

50

テム資源が所定の計画期間の間にどのように使用されるかを決定するマスタシステム計画を意味している。「サブ計画 (sub-plan)」はここではシステムレベルでの特定の形式の資源 (例えば、セル作動サブ計画 260、図 10) の使用を割当てするシステム計画のその部分を言及している。用語「個々のまたは個別計画テーブル (individual plan table)」はここではシステムサブ計画の個々のシステムノードの独自の部分 (例えば、ノード 1 セル作動テーブル 1051、図 10) を言及している。「個別計画テーブルの組 (set of individual plan tables)」はここでは特定のノードにとって独自の関連するシステムサブ計画から得られる全ての個別計画テーブル (例えば、ノード 1 セット 310、図 10) を意味している。用語「計画期間 (planning period)」はここではシステム計画が展開される所定の時間期間 (例えば、24 時間) として定義される。

10

【0047】

ネットワーク資源マネージャ (NRM) は包括的にシステムトラフィックを収容する間に、通信システムの資源を管理するための自動化されたシステムおよび方法である。該 NRM は 5 つの主要な機能を達成する。すなわち、

a. 歴史的なトラフィックデータに基づき将来の期間の間のシステムサービスの要求を予測し、

b. 利用可能なシステム資源およびシステムの契約上の要求が与えられれば、前記将来の期間の間においてでるだけ予測されたサービス要求に合致するようシステム計画を発生し、

20

c. 前記システム計画の各々のシステムノードの独自の部分を決定しかつ各々のシステムノードに分配し、

d. システムノードのヘルス (health) および状態 (status) を含む、前記システム計画の実行を監視し、そして

e. システムが許容可能なしきい値の外側で動作しているかあるいはすぐに許容可能なしきい値の外側で動作しそうな場合に修正動作を行なう。

前記 NRM がどのようにしてその 5 つの主要な機能を達成するかは本明細書で後に詳細に説明する。

【0048】

従来技術の資源管理システムは一般に要求駆動 (demand-driven) 実時間応答システムである。要求駆動、実時間応答システムは実時間で発生している要求事象に実時間で反応する。一般に、それらは予測的 (predictive) でない。すなわち、それらはやがて来る事象の予測および履歴に基づく所定の計画にしたがって行動するよりはむしろ現在の時点で生じているものに対して最善になるよう処理する。

30

【0049】

本発明の NRM は他の資源管理アプリケーションとそれが単なる要求駆動システムであるよりはむしろ予測的なシステムである点において異なっている。例えば、該 NRM は明日のシステムトラフィックがどのようになるかを予測しかつ次に明日のトラフィックをサポートするために各々のシステムノードがその資源をどのように使用すべきかを指示するシステム計画を作成する。該システム計画はシステムノードが実際の動作の間に超えることができない上部限界 (upper bounds) を含む。言い換えれば、システムノードはたとえ明日のトラフィックが予測されたものよりずっと大きい場合でも前記割当ての限界内に留まらなければならない。

40

【0050】

本発明の NRM はまた従来技術の資源管理システムおよび方法と異なるが、それは宇宙をベースとした通信システムが動作する環境が伝統的な従来技術の資源管理システムの環境、例えば、組み立てラインの最適化のために使用される従来技術の資源マネージャに関連する環境、と基本的に異なっているからである。宇宙をベースとした通信システムにおいては、各々のシステムノードの資源は動的でありかつ変化するトラフィック要求、地球、太陽、衛星の運動、その他の関数として時間により変化する。したがって、各々のシステ

50

ムノードは他のシステムノードと完全に異なる規則および制約の組を持つかもしれない、かつシステムの相互的な状態は決して反復されないかもしれない。例えば、次の計画期間が生じる時間までに、各々のシステムノードの能力はその同じシステムノードが現在の計画期間の始めに持っていた能力と全く異なる可能性がある。

【0051】

図9は、前記NRMの動作を示すフローチャートである。前記NRMの処理は、個々のシステムノード内で行なわれるのが望ましいシステム計画実行 (Execute System Plan) 機能 (ブロック224) を除き、SCS28 (図8) 内で行なわれるのが望ましい。NRMは開始され (ブロック210)、計画指令展開 (Develop Planning Directives) 処理 (ブロック212) を行なう。該計画指令展開処理 (ブロック212) は高いレベルの計画基準 (ブロック214) を低いレベルの計画指令に変換する。例えば、計画基準 (ブロック214) はシステムの契約上の責任 (contractual commitments) (例えば、1年の1季の期間の間の許容可能な「故障期間 (outage minutes)」(サービス中断の分数) を特定する契約上の要求)、またはシステム状態への応答 (例えば、低下したエネルギー容量による特定の衛星における容量の低減) を表わすことができる。計画指令展開処理 (ブロック212) の出力は計画指令 (planning directives) である。計画指令はシステム計画の発生に影響を与えるシステム計画発生 (Generate System Plan) 処理 (ブロック216) に与えられる低いレベルの命令である。例えば、計画指令は前記システム計画発生処理 (ブロック216) に対し特定の衛星におけるセルの使用を最小にするよう指示することができる。

【0052】

前記計画指令展開処理 (ブロック212) が行なわれた後、システム計画発生処理 (ブロック216) が前記特定された計画期間の間におけるシステム計画を生成する。該システム計画は全てのシステムノードの資源の使用がシステムレベルで釣り合っている大きな「マトリクス」として考えることができる。該システム計画は望ましくは各々のタイプのシステム資源を使用するための計画であるシステムの「サブ計画」を含む (例えば、図10のノードーノードルーティングサブ計画256、図10のアクセス優先度サブ計画258、図10のセル作動サブ計画、または図10のアップリンク割当てサブ計画262)。前記システム計画は各々のシステムノードが計画実行の間に従うべき指令を含む (例えば、衛星がどの方向にそのクロスリンクによってデータを導くべきか、セルによってどのアクセス優先度がサービスを受けているか、いつあるセルをターンオンまたはターンオフすべきか、どのアンテナがアップリンクのために割当てられるか、その他)。前記システム計画はまた前記システム計画の実行の間にシステムノードが超えることができない資源の使用の「しきい値」を含む (例えば、ある時間にシステムノードが取り扱うことができる呼の最大数)。

【0053】

前記システム計画は全ての予測されたサービス要求を満足することができないかもしれない。したがって、前記システム計画発生処理 (ブロック216) はまたシステム計画が予測されたシステムサービス要求によりいかに良好に収束したかを記述する「メトリクス (metrics)」を生成する。これらのメトリクスはセル作動メトリクス発生処理 (ブロック420、図12)、およびリンク負荷バランス処理 (ブロック482、図14) から発生され、これらについては後に説明する。該メトリクスはシステム計画が受け入れ可能であるか否かの決定 (ブロック218、図3) の一部として評価される。前記システム計画発生処理 (ブロック216) は後のセクションAにおいてさらに説明する。

【0054】

前記システム計画発生処理 (ブロック216) からのメトリクスを使用して、前記システム計画は評価されかつ前記システム計画が受け入れ可能であるか否かに対して判断が行なわれる (ブロック218)。もし前記システム計画が全ての契約上のシステム性能要求に合致しているものと判定されれば、前記システム計画は受け入れ可能であると考えること

ができる。もしそうでなければ、前記評価において前記計画基準（ブロック 2 1 4）のいずれかがシステム性能を改善するために（例えば、契約上の要求により良く合致するために）変更できるか否か、あるいは前記システム計画が予測された需要によって前記計画期間の間に利用可能な資源が与えられた場合にシステムが為し得る最善のものであるか否かを考察する。たとえ全ての契約上の要求が満たされなくても、前記 NRM が見積もられたシステム計画が利用可能な資源が与えられた場合にシステムがなし得る最善のものであることを判定した場合にシステム計画は受け入れ可能であると考えることができる。

【0055】

もし計画された基準（ブロック 2 1 4）がシステム性能を改善するために変更できる場合は、前記システム計画は受け入れ可能なものと考えられない（ブロック 2 1 8）。その場合、前記計画基準は変更されかつ計画指令展開処理（ブロック 2 1 2）が改善された計画指令を出力するために実施される。システム計画発生処理（ブロック 2 1 6）は次に他のシステム計画を作成しかつ手順は図 9 に示されるように反復される。

10

【0056】

システム計画が受け入れ可能であると考えられるとき（ブロック 2 1 8）、前記個別計画テーブル展開処理（ブロック 2 2 0）が前記システム計画から各々の個々のシステムノードにとって独自のエントリを得るために実施される。個々のまたは個別計画テーブル（例えば、ノード 1 セル作動テーブル 1 0 5 1、図 1 0）は各々のシステムのサブ計画（例えば、セル作動サブ計画 2 6 0、図 1 0）から各々のシステムノードに対し作成される。特定のシステムノードに対する全ての個々の計画テーブルは集散的に前記システム計画のシステムノードの独自の部分を表わす「1 組の個別計画テーブル」（例えば、ノード 1 の組 3 1 0、図 1 0）へとコンパイルされる。1 つの組の中の個々の計画テーブルの数はその特定のシステムノード内でどの資源が管理される必要があるかに応じて変わり得る。個別計画テーブル展開処理（ブロック 2 2 0）は以下のセクション B においてさらに詳細に説明する。

20

【0057】

図 1 0 は、そこから個別計画テーブル 2 5 4 が発生されるシステムサブ計画 2 5 2 によって構成されるシステム計画 2 5 0 を示す。システムサブ計画 2 5 2 は、ノードーノードルーティングサブ計画 2 5 6、アクセス優先度サブ計画 2 5 8、アクセスチャネルサブ計画（図示せず）、セル作動サブ計画 2 6 0、セル負荷的チャネルサブ計画（図示せず）、およびアップリンク割当てサブ計画 2 6 2 を含むことができる。図 1 0 は可能なシステムサブ計画 2 5 6 ～ 2 6 2 の代表的な例を示す。同図は全ての可能なシステムサブ計画を示しておらず、かつ示された特定のサブ計画 2 5 6 ～ 2 6 2 は本発明にとって重要ではない。

30

【0058】

個別計画テーブル 2 5 4 は各々のシステムサブ計画 2 5 2 から得られる。例えば、ノードーノードルーティングサブ計画 2 5 6 から、個別ノードーノードルーティングテーブル 2 7 0 ～ 2 7 n が得られる。個別計画テーブルの番号において添字 “n” を使用することは 1 0 個の可能な個別計画テーブル 2 5 4 のみが 1 つのシステムサブ計画 2 5 2 から得られることを示すことを意図したものではない。

【0059】

1 組の個別計画テーブルは特定のノードに対する全ての個別計画テーブルを含む。例えば、ノード 1 に対しては、1 組の個別計画テーブル 3 1 0 がテーブル 2 7 0、2 8 0、2 9 0 および 3 0 0 を含むことになる。

40

【0060】

前記個別計画テーブルが展開された後、個別計画テーブルセット分配処理（ブロック 2 2 2）は各々のシステムノードの個別計画テーブルの組 3 1 0 ～ 3 1 n を各々のシステムノードに分配する。例えば、SCS 2 8（図 1）は衛星が前記 SCS-GCS 2 4（図 1）にとって見えるようになったとき（すなわち、「視線（line of sight）」テーブルのロード）、各組の個別計画テーブル 3 1 0 ～ 3 1 n を各々の衛星 1 2 に分配することができる。あるいは、前記各組の個別計画テーブル 3 1 0 ～ 3 1 n はアップリンク

50

46, 48 (図2) によって前記データを非目標 (non-target) 衛星12 (図1) に送信し、かつ該データをクロスリンク56 (図2) によって目標衛星12 (図1) に導くことによって前記衛星12 (図1) に分配することができる。望ましくは、それぞれの個別計画テーブル310~31nは対応するシステム計画が有効になる時間の前にシステムノードに分配される。しかしながら、それぞれの組の個別計画テーブル310~31nのいくつかの部分は対応するシステム計画の早期の実行の間に分配することができる。

【0061】

前記システム計画実行処理 (ブロック224、図9) はシステムノードが新しいシステム計画に対応するそれらの組の個別計画テーブル310~31n (図10) にしたがってシステムノードが動作を始めるときに開始される (すなわち、実行はそのシステム計画のための計画期間のスタートのときに始まる)。前記システム計画実行処理 (ブロック224) は以下のセクションCにおいてさらに詳細に説明する。

10

【0062】

計画実行の間に、前記システム計画実行監視処理 (ブロック226、図9) が行なわれる。システム計画実行監視処理 (226) は2つのセグメント、すなわち、システムノードセグメント、およびSCSセグメント、において行なわれるのが都合が良い。

【0063】

図11は、システムノードによって行なわれるシステム計画実行監視 (ブロック226) のシステムノードセグメントの流れ図を示す。該システムノードセグメントは特定のシステムノードが実際の運用データ (例えば、実際のトラフィックレベル、クロスリンク負荷、その他) を評価する (ブロック334) ことにより個別運用計画の実行を監視 (ブロック332) したときに開始される (ブロック330)。

20

【0064】

前記実際の運用データ (ブロック334) を使用して、実行監視処理 (ブロック332) は計画外の状態が存在するか否かを判定する (ブロック336)。「計画外 (out-of-plan)」状態はシステムノードが計画されていない事象が発生していること、または実際の動作が前記個別計画テーブル内に存在する所定のシステム計画しきい値を超えた (または、すぐに超える) ことを判定した場合に存在する。例えば、システム計画のしきい値は特定の時間にサービスを受けることができる最大の許容可能な呼の数を要求することができる。実際の呼の要求が前記許容可能な数の呼のしきい値を超えたとき (すなわち、予定されていない事象)、計画外の状態が存在する (ブロック336)。計画外の状態が発生したとき (ブロック336)、システムノードは送信機を作動させかつ計画外の状態を記述するシステム警報メッセージ (ブロック338) をSCS28 (図1) に送信する。処理は次に図11に示されるように反復される。好ましい実施例では、動作が所定のシステム計画しきい値であるいはその近くで行なわれていることを検出した衛星12は前記所定のシステム計画しきい値を超えないようにするためその動作を修正することができる。

30

【0065】

計画外の状態が存在しない場合 (ブロック336)、システムノードはテレメトリ情報をSCS28 (図1) に送信する時間であるか否かを判定する (ブロック340)。テレメトリ情報の送信は、例えば、周期的に行なうことができる。テレメトリ情報を送信する時間でない場合は (ブロック340)、システムノードは前記実行の監視を続け (ブロック332)、かつ処理は図11のように反復される。テレメトリ情報を送信する時間である場合は (ブロック340)、システムノードは送信機を作動させかつ前記テレメトリ情報 (ブロック342) をSCS28に送信し、そして処理は図11に示されるように繰り返される。望ましくは、各々のシステムノードは定期的にテレメトリメッセージをSCS28に送信してシステムノードの「健康状態 (ヘルス: health)」および「状態 (ステータス: status)」を示す。「ヘルス」は使命を達成するためのシステムノードの能力を意味している。例えば、もし1つのアンテナまたはアンテナセルが動作不能で

40

50

あれば（すなわち、トラフィックをサポートできなければ）、該衛星のトラフィック伝達容量または能力は低減する。「ステータス」はある特定の時間における資源の利用可能性（例えば、衛星がオンラインになっているかあるいはオフラインになっているか）を意味する。

【0066】

図12はシステム計画実行監視（ブロック226）のSCSセグメントの流れ図を示す。該SCSセグメントはシステムメッセージ処理機能（ブロック352）によって開始される（ブロック350）。該システムメッセージ処理機能（ブロック352）はシステムノードからシステム警報およびテレメトリメッセージ（ブロック354）を受信する。該システムメッセージ処理機能（ブロック352）はこれらのメッセージをコンパイルしかつ前記システム警報およびテレメトリメッセージ（ブロック354）に基づきもし現在の動向が続けば許容範囲外の状態が差し迫っているか否かを判定するために動向（trend）分析を行なう動向分析遂行機能（ブロック356）を発動する。

10

【0067】

再び図9を参照すると、前記NRMは現在行なわれているシステム計画が依然として「有効である」（ブロック228、図9）か否かを前記動向分析遂行機能（ブロック356、図12）からの切迫した計画外状態の表示から評価する。前記システム計画はシステムが契約上の要求を満たしておりかつ現在の動向および負荷に近い将来にシステムがこれらの要求に添わないようにさせない場合には有効であると考えられる（ブロック228）。言い換えれば、前記NRMはシステム計画が予定しないシステム事象および実際のトラフィック要求が与えられれば受け入れ可能な状態で動作しているか否かを判定する。

20

【0068】

もし現在実行しているシステム計画が依然として有効であれば（ブロック228）、NRMは次の計画期間のために新しいシステム計画が発生されるべき時間であるか否かを判定する（ブロック230）。新しい計画は現在実行している計画が経過するいくらか前に次の計画期間に対して発生されることが望ましい。新しい計画が発生する時間は新しい計画が発生するのに必要な時間の長さに基づき、該時間の長さは通信システムの大きさおよび複雑さに依存することになる。新しい計画をあまりにも先だって発生することは望ましくなく、それは新しい計画はできるだけ最近のトラフィック履歴データおよびシステムノードのステータスデータを導入することが望ましいからである。もし新しいシステム計画が発生されるべき時間でなければ（ブロック230）、NRMはシステム計画実行監視機能（ブロック226）を継続する。もし新しいシステム計画が発生されるべき時間であれば（ブロック230）、計画期間が次の計画期間にセットされ（ブロック232）、かつ計画指令展開処理（ブロック212）が開始される。本手順は次に図9に示されるように反復される。

30

【0069】

前記システム計画が有効でないとき（ブロック228）、NRMは現在実行中のシステム計画の残りを再計画するかあるいは現在実行中のシステム計画が完了まで行なわれることを許容するかを判定する（ブロック234）。NRMは、システム警報メッセージ（ブロック354）が予定されない事象が生じていることを示しているが、その予定されない事象はトラフィックを取り扱うためのシステムの能力に大きな影響を与えない場合に、現在実行中のシステム計画が完了まで行なわれることを許容することを決定することができる（ブロック234）。

40

【0070】

NRMはシステム警報メッセージ（ブロック354）または切迫した計画外状態の表示がシステム計画の実行の間にシステム内で重大な事象が生じていることを示している場合に現在実行中のシステム計画の残りを再計画することを決定できる（ブロック234）。NRMが再計画するよう決定できる（ブロック234）1つの例は、現在行なわれている、システム計画がもし該システム計画が前記計画外の事象と共に行なわれ続ければ特定の期間の間に全ての故障（outage）分数（すなわち、契約によって交渉されたサービス

50

中断の許容可能な分数)を使い尽くす場合である。再計画は全てのシステムノードに対し、あるいは1組の特定のシステムノードに対してのみ行なうことができる。例えば、再計画は前記故障分数が避けられるように個別システム計画が再計画できるシステムノードに対して発生されることが望ましい。

【0071】

もしNRMが現在実行中のシステム計画の残りを再計画することを決定すれば(ブロック234)、計画期間が現在の計画期間の残りにセットされる(ブロック236)。次に、計画指令展開処理(ブロック212)が発動されかつ図9に示されるように手順が反復される。

【0072】

急迫した状況(例えば、主要なシステム損傷が生じる前に再計画全体を発生する十分な時間がない場合)においては、前記NRMは再計画の小さな部分のみ(例えば、1時間に相当するだけ)を迅速に発生しかつ分配することができる。次に、NRMは前記再計画のより小さな部分が実行を開始している間に前記計画期間の残りをカバーする再計画の部分を発生しかつ分配することができる。

【0073】

もしNRMが現在実行中のシステム計画の残りを再計画しないことを決定すれば(ブロック234)(すなわち、NRMが現在実行中のシステム計画を完了まで行なうことを許容するよう決定すれば)、NRMは図9に示されるシステム計画実行監視処理(ブロック226)を継続する。

【0074】

システム計画実行機能(ブロック224)およびシステム計画実行監視機能(ブロック226)はNRMが他のタスク(例えば、システム計画発生(ブロック216)または個別計画テーブル展開(ブロック220))を行なっている間に背景処理として続けられる。例えば、NRMがシステム計画実行監視機能(ブロック226)を行なっている間に、NRMはまた次の計画期間のための新しいシステム計画を発生していることができる。言い換えれば、1日の計画期間に対し、NRMはそれが今日の計画の実行を監視する一方で、明日行なうべき新しい計画を発生していることができる。

【0075】

好ましい実施例では、計画期間の長さおよび該計画期間のスタート時間は発生されるそれぞれの新しいシステム計画に対し都合よく同じになっているが、これは必須のことではない。例えば、もし計画期間が24時間であれば、新しいシステム計画の実行の開始は、例えば、毎日5:00 P. M. グリニッジ標準時(GMT)に生じてもよく、あるいはユーザによっていずれか他の時間が選択される。

【0076】

好ましい実施例においては、再計画は現在の計画期間の残りの間のみ現在実行中のシステム計画に変わる。したがって、もし現在実行しているシステム計画が、例えば、1:00 P. M. GMTにおいて無効であることが宣言されれば(ブロック228)、NRMは現在実行中の計画を1:00 P. M. GMTおよび5:00 P. M. GMTの間の期間(すなわち、現在の計画期間の残り)の間につき現在実行中の計画を再計画することができる。

【0077】

別の実施例では、新しいシステム計画の実行の開始は時間によって変えることができる。言い換えれば、もしNRMが新しいシステム計画を再計画するかまたは発生することを決定すれば、それは現在実行中のシステム計画を捨て、かつその現在実行中の計画が終了した時間に全計画期間をカバーする新しいシステム計画の実行を開始することができる。したがって、もし、5:00 P. M. GMTに始まった、現在実行中のシステム計画が1:00 P. M. GMTに無効であると宣言されれば(ブロック228)、NRMは1:00 P. M. GMTに始まる全計画期間をカバーする新しいシステム計画を発生することができる。24時間の計画期間を想定すると、発生される次のシステム計画もまた、も

10

20

30

40

50

し該新しいシステム計画が再計画の必要性なしに実行されれば、1:00 P. M. GMTに開始することになる。

【0078】

本発明の方法は単一カバレッジの通信システム（すなわち、全ての時間に天体上のあらゆるポイントから少なくとも1つの衛星が見えるが、いくつかの領域においては、1つの衛星のみが見える場合）、複数カバレッジの通信システム（すなわち、全ての時間に天体上のあらゆるポイントから1つより多くの衛星が見える場合）、およびまた天体の全体のカバレッジが達成されない通信システム（すなわち、衛星のカバレッジに「穴(holes)」がある場合）に適用できる。

【0079】

A. システム計画発生 (Generate System Plan)

図13は、システム計画発生処理（ブロック216、図9）のためのプロセス流れ図を示す。該システム計画発生処理は特定の計画期間 (planning period) の間のノードの資源の使用を計画するシステム計画を作成する。新しいシステム計画は周期的なベースで（例えば、計画期間に一度）発生されるのが望ましい。

【0080】

システム計画の発生は以下の段階を必要とする。

- a) 前記計画期間の間の各々のシステムノードにおける加入者トラフィックの量を予測する段階、
- b) 前記加入者トラフィックの予測がどのようにしてシステムによって収容できるかを計画する段階、
- c) システムおよびユーザトラフィックを収容するためにアップリンク、ダウンリンクおよびクロスリンクがどのように割当てられるべきかを計画する段階、そして
- d) 先行する段階a)～c)の結果に基づき総合的なノードルーティング計画を作成する段階。

【0081】

システム計画発生処理が開始され（ブロック370）、種々の形式の加入者トラフィック（例えば、音声、ファクシミリ、ページング）を予測しかつその予測を地理的領域および時刻と組み合わせる加入者トラフィック予測 (Predict Subscriber Traffic) 機能（ブロック372）を行なう。

【0082】

前記加入者トラフィック予測は過去のトラフィック履歴の統計的なデータベースを表わす入力トラフィック履歴基準（ブロック374）に基づいている。該トラフィック履歴基準（ブロック374）はSCSレジデントメモリ192（図8）に都合よく配置されかつ前記履歴は実際のトラフィック負荷を導入することによりシステム動作が継続したとき時間と共により正確にされる。前記現在実行中のシステム計画のトラフィック負荷データはトラフィック履歴の前記統計的データベースへと重み付けされた意味で導入される。修正された統計的データベースは将来の計画期間の間にどのようなトラフィックがあるかを予測するために使用される。

【0083】

前記セル作動計画 (Plan Cell Activation) 処理（ブロック376）はアクセスチャネルサブ計画、アクセス優先度サブ計画、セル作動サブ計画、およびセル付加的チャネルサブ計画を作成する。前記アクセスチャネルサブ計画は衛星12に対して始めにシステムにアクセスするためにどのアクセスチャネルをSU26が使用すべきかを指示する。前記アクセス優先度サブ計画は衛星の特定のセルによってどの捕捉優先度がサービスされているかを記述する。前記セル作動サブ計画は衛星に対していつ特定のセルを「オン」または「オフ」とするかおよび各々のセルにおいてどの基本的チャネルセットを使用するかを通知する。最後に、前記セル付加的チャネルサブ計画は与えられたセルにおいてどの付加的チャネルセットが使用されるかを示す。これらのサブ計画は以下のセクションBにおいてさらに詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【0084】

セル作動計画（ブロック376）処理は（加入者トラフィック予測（ブロック372）からの）加入者トラフィック予測および（計画指令展開（ブロック212）からの）計画指令、加入者リンク妨害制約、衛星ヘルスデータ、および電力システム容量の入力（ブロック378）を使用する。加入者リンク妨害制約、衛星ヘルスデータおよび電力システム容量は前記セル作動計画（ブロック376）処理にとってアクセス可能なSCSレジデントメモリ192（図8）に配置するのが都合が良い。

【0085】

加入者リンク妨害制約は、例えば、ある時刻におけるある地理的領域上での加入者チャネルの使用上の制約である。これらの制約は免許（license）の禁止または外部システム妨害から生じ得る。加入者リンク妨害制約はある衛星に対するいくつかのまたは全てのアクティブなセルに対して適用できる。妨害源はシステムに対し混乱を引き起こし、一方妨害の受け取り側はシステムによって混乱される（例えば、電波天文台上を通過する間にターンオンされたセルを有する衛星は科学的データを失わせることがある）。前記衛星のヘルスデータベースはシステムステータスおよび衛星から前に受信された警報メッセージを使用して更新される。

【0086】

セル作動計画（ブロック376）は前記セル作動サブ計画がどの程度良好に予測された加入者トラフィック要求によって収束したかを示すメトリクスを作成する。これらのメトリクスはシステム計画が受け入れ可能であるか否かの判定（ブロック218、図9）の一部として評価される。セル作動計画は以下のセクションA1においてさらに詳細に説明する。

【0087】

システムサポートニーズ予測（Predict System Support Needs）（ブロック380）は前記計画期間の間に期待される管理的オーバーヘッドトラフィック（すなわち、通信システムを運用しかつ維持するために必要なトラフィック）を予測し、かつそのトラフィックをサポートするのに必要な資源を決定する（例えば、SCS-GCSアンテナ54が何時およびどれだけ長く使用される必要があるかを決定する）。システムサポートニーズ予測（ブロック380）はSCS-GCS24（図1）およびネットワーク化された衛星12（図1）との間での視線または見通し（line-of-sight）パスの間の資源の使用の計画の目的のために他のネットワークアプリケーション（ブロック382）から要求を受け入れる。そのような予定または計画（scheduling）は個別計画テーブル310～31nの組（図10）が分配される必要があるときまたは他の衛星のソフトウェア更新が行なわれる必要がある場合に要求される。その管理的オーバーヘッドトラフィック予測に基づき、システムサポートニーズ予測（ブロック380）は前記アップ／ダウンリンク割当て計画（ブロック384）機能からSCS-GCS24（図1）およびGW-GCS30（図1）の使用を要求する。

【0088】

アップ／ダウンリンク割当て計画（Plan Up/Down Link Assignments）機能（ブロック384）はアップ／ダウンリンク割当てサブ計画を作成するために前記SCS-GCS24（図1）およびGW-GCS30（図1）要求（ブロック380）、GW-GCSおよびSCS-GCS位置データ、衛星位置データ、アップ／ダウンリンク妨害制約および衛星ヘルスデータの入力（ブロック386）を使用する。アップ／ダウンリンク妨害制約、衛星ヘルスデータ、GW-GCSおよびSCS-GCS位置データ、および衛星位置データはアップ／ダウンリンク割当て計画処理に対しアクセス可能なSCSレジデントメモリ192（図8）に格納することができる。衛星位置データ（satellite location data）は以下のセクションA2においてさらに説明するように各々の計画期間に対して決定される。アップ／ダウンリンク妨害制約は各々の衛星とそのGCSパートナーとの間のそれぞれの視界の範囲に適用される。アップ／ダウンリンク割当て計画（ブロック384）は以下のセクションA2においてさらに詳

10

20

30

40

50

細に説明する。

【0089】

クロスリンク割当て計画 (Plan Cross-Link Assignments) 機能 (ブロック388) はクロスリンク割当てサブ計画を発生する。クロスリンク割当て計画 (ブロック388) はクロスリンク妨害制約の入力 (ブロック390) を考慮する。クロスリンク妨害制約はクロスリンク割当て計画機能 (ブロック388) に対してアクセス可能なSCSレジデントメモリ192 (図8) に格納することができる。クロスリンク妨害制約は各々の衛星とそのクロスリンク衛星パートナーとの間のそれぞれの視界の範囲に適用される。

【0090】

加入者トラフィック予測 (ブロック372) およびシステムサポートニーズ予測 (ブロック380) は前記新計画発生処理の結果に影響を与えることなく任意の順序でまたは並列に行なうことができる。

【0091】

前記セル作動サブ計画、アップリンク割当てサブ計画およびクロスリンク割当てサブ計画から、ノードルーティング選択 (Select Node Routing) 機能 (ブロック392) はノードーノード間のルーティングサブ計画を生成する。該ノードルーティング選択機能は以下のセクションA3においてさらに詳細に説明する。ノードルーティング選択機能 (ブロック392) の後に、システム計画発生手順はシステム計画が受け入れ可能であるか否かを判定するために退出する (ブロック218)。

【0092】

A1. セル作動計画 (Plan Cell Activation)

図14はセル作動計画機能 (ブロック376、図13) のための処理流れ図である。セル作動計画 (ブロック376、図13) はアクセスチャネルサブ計画、アクセス優先度サブ計画、セル作動サブ計画、およびセル付加的チャネルサブ計画を生じる結果となる。

【0093】

セル作動計画機能が開始され (ブロック400)、計画指令展開処理 (ブロック212、図9) からの入力計画指令 (ブロック404) を使用してセルの作動 (activation) および作動解除 (deactivation) を行なうために、望ましくはSCSレジデントメモリ192 (図8) に格納される、初期加入者セルカバレッジ戦略を選択する (ブロック402)。例えば、加入者セルカバレッジ戦略はセルの公称使用計画、および衛星が収束しかつ発散するに応じてセルがターンオンおよびターンオフされる優先度、その他を規定する。この初期戦略は衛星ヘルスデータおよび加入者リンク妨害制約の入力 (ブロック406) に基づき修正することができる。衛星ヘルスデータおよび加入者リンク妨害制約は前記セルカバレッジ戦略選択機能 (ブロック402) によってアクセス可能なSCSレジデントメモリ192 (図8) に格納することができる。例えば、修正された戦略は衛星の故障または予測された大きなトラフィック負荷により前記加入者負荷をネットワーク化された衛星の間で不均一に分配することができる。

【0094】

前記加入者トラフィック予測機能 (ブロック372、図13) から入力される (ブロック408) 加入者トラフィック予測により、セル負荷決定処理 (ブロック410) は選択された加入者セルのカバレッジ戦略から得られる各々の衛星に対するセル、サブシステムおよび総合的な衛星負荷を予測する。

【0095】

加入者リンク妨害制約の入力 (ブロック406) を使用して、チャネル資源割当て (Allocate Channel Resources) 処理 (ブロック412) は初期的な加入者チャネルの組を前記アクティブなセルに適用する。

【0096】

付加的な加入者チャネルセットはセルの負荷が計画されたよりも重い場合に付加的な加入者チャネルを提供するためにセルに対し動的に割り当てることができる。これらの付加的

10

20

30

40

50

な加入者チャネルはより多くの加入者呼を処理できるようにする。

【0097】

セル／エネルギー競合調停 (Arbitrate Cell/Energy Conflict) 機能 (ブロック414) は各々の衛星12 (図1) に対してエネルギーバランス衛星 (Energy Balance Satellite) 処理 (ブロック416) を開始する。該エネルギーバランス衛星処理 (ブロック416) は選択された加入者チャネル使用計画の下で各々のネットワーク化された衛星12 (図1) に対し予測されたエネルギープロフィールを展開する。衛星のエネルギーの消費は数多くの軌道で前もって予測される。各々の衛星の電力システムの実際のエネルギー能力がエネルギー予測と比較され計画されたエネルギー消費が予測されたトラフィックに合致するために必要とされる場合に特定の衛星によって計画されたエネルギー消費が確実に提供できるようにする。

10

【0098】

実際のエネルギー能力が予測された消費と適合しない場合、セル／エネルギー競合調停機能 (ブロック414) はトラフィックのオーバロード状況または個々の衛星における過剰なエネルギー要求を訂正するためにセルの作動および周波数の再使用のための機構を変更する。セル／エネルギー競合調停機能 (ブロック414) は次にエネルギーバランス衛星処理 (ブロック416) を再び開始する。いったんエネルギーバランスが達成されると、前記セル／エネルギー競合調停機能 (ブロック414) は利用可能な衛星のエネルギーが与えられたとき予測された加入者セルのトラフィックがどれだけ良好にサービスを受けたかを示すメトリクスを作成する。

20

【0099】

これらのメトリクスを使用して、選択されたセルカバレッジ戦略が該選択されたセルカバレッジ戦略を使用して予測されたトラフィックを受け入れ可能に処理したか否かについての決定が行なわれる (ブロック418)。もし選択されたセルカバレッジ戦略が予測されたトラフィックを受け入れ可能に処理していなければ (ブロック418)、前記評価により異なるセルカバレッジ戦略がシステム性能を改善するために (すなわち、予測されたトラフィックをより良好に処理するために選択できたか否か、または選択されたセルのカバレッジ戦略が前記計画期間の間に利用可能な資源が与えられた場合に最善のシステム性能を提供するか否かを考慮する。たとえ全ての予測されたトラフィックが処理できなくても、NRMが計画されたシステム性能が利用可能な資源が与えられたときにシステムが行ない得る最善のものであると判定した場合にはセルのカバレッジ戦略は受け入れ可能なものと考えることができる。

30

【0100】

システム性能を改善する異なるセルのカバレッジ戦略が選択可能であることが (異なる計画指令 (ブロック404) に基づき) 判定された場合には (ブロック418)、セルカバレッジ戦略は受け入れ可能なものとは考えられず (ブロック418)、かつセルカバレッジ戦略選択処理 (ブロック402) が再び発動される。処理は図14に示されるように反復される。

【0101】

前記選択されたセルカバレッジ戦略が利用可能なシステム期限が与えられた場合に最善の可能な性能を提供することが判定された場合 (ブロック418)、前記セル作動メトリクス発生 (Generate Cell Activation Metrics) 処理 (ブロック420) は予測されたトラフィックのどの部分が処理できないかを示すメトリクスを発生する。これらのメトリクスは後にシステム計画が受け入れ可能であるか否かの判定 (ブロック218、図9) の一部として使用される。

40

【0102】

次にネットワークアクセス制御 (Control Network Access) 機能 (ブロック422) が全てのトラフィックがあるセル内で処理できない場合にどの加入者が衛星ネットワークにアクセスできるかを規制するために行なわれる。該ネットワークアクセス制御機能 (ブロック422) は実際のシステム動作の間にオーバロード状態が避け

50

られることを保証する。好ましい実施例においては、各々のSU26（図1）はそれが工場で作成されるときにランダムな「アクセス番号」（例えば、1と16との間の数）が与えられる。このランダムなアクセス番号は便宜的にSUレジデントメモリ118（図4）に格納される。もし1つのセル内で全てのトラフィックが処理できれば、全てのアクセス番号がシステムへのアクセスを許容されることになる。もし全ての予測されたトラフィックがセル内で処理できなければ、ネットワークアクセス制御（ブロック422）はその特定の時間に該セルがどのアクセス番号にサービスを提供するかを規制する。例えば、もしあるセルが加入者チャネルを切らしておれば、そのセルは該セルがアクセス番号1, 2および3のみにサービスを行なうことを示す番号を放送する。これはSU26にもしそのアクセス番号がその時間にサービスされているものでない場合はさらに呼を生成する試みをしないように通知する。

10

【0103】

別の実施例では、前記アクセス番号は優先順位によりシステムユーザに承認してもよい。その場合は、セルが加入者チャネルを使い果たしたとき、該セルは最も高い優先度の加入者にのみサービスを行なうことになる。

【0104】

最終セル作動サブ計画発生（Generate Final Cell Activation Sub-Plan）処理（ブロック424）はセルカバレッジ戦略およびネットワークアクセス制御（ブロック422）の結果を最終的なセル作動サブ計画に導入する。本手順はノードルーティング選択機能（ブロック392）へと退出する。

20

【0105】

A2. アップ／ダウンリンク割当て計画（Plan Up/Down Link Assignments）

アップ／ダウンリンク割当て計画（ブロック384、図13）はアップリンク（すなわち、フィーダーリンク46、図2、および制御リンク48、図2）の使用のための計画を発生し、アップリンク割当てサブ計画を生成する。

【0106】

図15は、前記アップ／ダウンリンク割当て計画機能（ブロック384）のための処理の流れ図を示す。アップ／ダウンリンク割当て計画が開始され（ブロック440）、GW-GCS30（図1）、SCS-GCS24（図1）および全てのネットワーク化された衛星12（図1）の間の全ての可能なコンタクトの機会を決定する衛星／GCSコンタクト計算（Calculate Satellite/GCS Contacts）機能（ブロック442）を行なう。これは入力GW-GCSおよびSCS-GCS位置データおよび衛星エレメントセット（ブロック444）を使用して各々の衛星が前記計画期間の間に各々のGCSにとって見えるときを予測することを必要とする。GCS位置データおよび衛星エレメントセットは前記アップ／ダウンリンク割当て計画機能にとって利用可能なSCSレジデントメモリ192（図8）に都合よく格納される。

30

【0107】

リンク要求コンパイル（Compile Link Requests）機能（ブロック446）はシステムサポートニーズ予測機能（ブロック380、図13）からのGCSリンク要求（ブロック448）をコンパイルする。衛星／GCSコンタクト計算機能（ブロック442）からのコンタクト機会、リンク要求コンパイル機能（ブロック446）からのコンパイルされたGCSリンク要求、アップリンク妨害制約および衛星ヘルスデータ450は衛星／GCS割当て決定（Determine Satellite/GCS Assignments）機能（ブロック452）へと入力され、該衛星／GCS割当て決定機能はGW-GCS30（図1）またはSCS-GCS24（図1）によって衛星12（図1）の受け渡し（すなわち、コンタクト）をサポートするために特定の衛星アンテナを割当てる。衛星ヘルスデータおよびアップリンク妨害制約は、前記衛星／GCS割当て決定機能（ブロック452）にとってアクセス可能な、SCSレジデントメモリ192（図8）に格納される。衛星ヘルスはGCSによるパス（すなわち、コンタクト）をサポー

40

50

トするためにその資源を計画する場合に考慮される。アンテナのスルーレート (slew rates)、衛星の複数のダウンリンクアンテナ50の間の物理的またはRF妨害、およびスルー (slew) および捕捉 (acquisition) のためのリンクセットアップ時間もまたリンク割当てが行なわれる場合に考慮される。

【0108】

入力アップリンク妨害制約および衛星ヘルスデータ (ブロック450) に基づき、アップ／ダウンリンクチャネル割当て機能 (ブロック454) は衛星／GCS割当て決定機能 (ブロック452) から受信した各々の衛星／GCSリンク割当てに割当てて。ブロック454の結果はGW-GCS30 (図1) およびSCS-GCS24 (図1) 割当てを含むチャネル割当てテーブルである。

10

【0109】

GW-GCSリンクスケジュール発生 (Generate GW-GCS Link Schedule) 機能 (ブロック456) は前記チャネル割当てから個々のゲートウェイリンク割当てを抽出しかつゲートウェイリンクサポートスケジュールを構築する。SCS-GCSリンク割当て発生機能 (ブロック458) はSCS-GCS24 (図1) のためのチャネル割当てテーブルからリンク割当てを分離する。ダウンリンク割当て発生機能 (ブロック460) は衛星12 (図1) のためのチャネル割当てテーブルからリンク割当てを分離する。

次に手順はノードルーティング選択機能 (ブロック392) へと退出する。

【0110】

20

A3. ノードルーティング選択 (Select Node Routing)

図16は、ノードルーティング選択機能 (ブロック392、図13) の処理の流れ図を示す。該ノードルーティング選択機能 (ブロック392) はトラフィックおよびネットワーク使用の全ての前の予測を受けかつルーティングのためにシステムを構築する最善の方法を決定する。前記ノードルーティング選択機能 (ブロック392) はシステムノードがデータを2つまたはそれ以上の位置の間で導くために必要とする情報を含むノードーノードルーティングサブ計画を生じる結果となる。

【0111】

ノードルーティング選択が開始され (ブロック470)、ルーティング戦略選択機能 (ブロック472) が行なわれる。ルーティング戦略はSCSレジデントメモリ192 (図8) に都合よく格納される。例えば、ルーティング戦略は音声トラフィックがシステムを通り最も短い経路を受けるよう選択することができる。クロスリンクおよびダウンリンク接続性決定 (Determine Cross-Link and Down-link Connectivity) 機能 (ブロック474) は前記アップ／ダウンリンク割当て計画機能 (ブロック384、図13) からのアップリンク割当て、およびクロスリンク割当て計画機能 (ブロック388、図13) からのクロスリンク割当ての入力 (ブロック476) を使用してダウンリンク接続性データを発生する。

30

【0112】

ノードーノード負荷予測 (Predict Node-to-Node Loads) 処理 (ブロック478) は前記クロスリンクおよびダウンリンク接続性決定機能 (ブロック474) からの接続性データ、前記加入者トラフィック予測処理 (ブロック372、図13) からの予測された加入者トラフィック (ブロック480)、および前記システムサポートニーズ予測処理 (ブロック380、図13) からの予測されたシステムサポートトラフィック (ブロック480) からアップ／ダウンリンクおよびクロスリンクの負荷を予測する。

40

【0113】

リンク負荷バランス (Balance Link Loads) 処理 (ブロック482) は前記選択されたルーティング戦略の限界内でノードーノード間の負荷をバランスさせる。いったん負荷のバランスが達成されれば、前記リンク負荷バランス処理 (ブロック482) は利用可能なトラフィック容量が与えられたとき予測されたノードーノードトラフィ

50

ックがいかに良好に処理されたかを示すメトリクスを作成する。

【0114】

これらのメトリクスを使用して、次に前記選択されたルーティング戦略が予測されたトラフィック負荷を受け入れ可能に処理したか否かに関し判断が行なわれる（ブロック484）。負荷を受け入れ可能でなければ（ブロック484）、負荷競合調停機能（ブロック486）が報告された負荷／ルーティング競合を調べかつ該競合を除去するために代替りのルーティング戦略を決定する。改定された戦略がルーティング戦略選択機能（ブロック472）に送られかつ処理は図16に示されるように繰り返される。負荷を受け入れ可能であれば（ブロック484）、前記ノードルーティングサブ計画発生処理（ブロック488）はルーティング能力を有する各々のシステムノードのためにノードルーティングサブ計画を作成する。手順はシステム計画受け入れ可能決定（ブロック218、図9）へと退出する。

10

【0115】

B. 個別計画テーブル展開 (Develop Individual Plan Tables)

前記NRMがシステム計画が受入れ可能であることを判定した後（ブロック218、図9）、前記個別計画テーブル展開処理（ブロック220、図9）は前記システムのサブ計画256～262（図10）の各々のシステムノードの独自の部分を表わす個別計画テーブル270～30n（図10）を展開する。各々の個別計画テーブル270～30n（図10）は特定のシステム資源の各々のノードの使用を制御する。独自の組の個別計画テーブル310～31n（図10）は各々のシステムノードへと送信される。別の実施例では、1組の個別計画テーブル310～31n（図10）を送信するよりはむしろ、システム計画全体の1つの大きな計画テーブルまたはその一部をシステムノードへと送信することができる。

20

【0116】

表1は前記例示的なシステムに対する異なる衛星資源のために展開された異なる個別計画テーブルの説明的なリストである。当業者は本明細書の記載に基づき物理的に異なる電気通信システムに対し個々の計画テーブルの必要なリストをどの様に修正するかを理解するであろう。

【0117】

【表1】

個別計画テーブル

- ・ ノードーノードルーティングテーブル
- ・ 位置領域符号テーブル
- ・ アクセス優先度テーブル
- ・ アクセスチャネルテーブル
- ・ セル作動テーブル
- ・ セル付加的チャネルテーブル
- ・ ダウンリンク割当てテーブル
- ・ クロスリンク割当てテーブル
- ・ アップリンク割当てテーブル

30

40

【0118】

個別計画テーブルがシステムノードによって受信された後、該個別計画テーブルは2つの別個のテーブル、すなわち、実行テーブルおよびタイムド更新コマンドテーブルへと展開される。タイムド更新コマンドテーブルは望ましくは各々の実行テーブルと関連付けられ、したがってテーブルが対で検出されるのが望ましい。両方のタイプのテーブルは前記システムノードのメモリ内に都合良く格納される。

【0119】

実行テーブルはシステムノードがシステム計画動作の間に資源の使用の決定を行なうためにアクセスする指令を含む。好ましい実施例においては、システムノード内の主要なサブ

50

システムが動作を制御するために該実行テーブルを使用する。もし実行テーブルが決して変更されなければ、システムノードは、悪くてもそうでなくても、永久に実行テーブルによって指示される通り動作するかもしれない。これは、たとえ新しい計画の更新の通信が一時的に途絶えても、少なくとも、あるレベルで、システムの動作を続けるのを賄うという利点を有する。

【0120】

タイムド更新コマンドテーブルはシステムノードによって対応する実行テーブルのエントリを周期的にまたは非周期的に変更するために使用される。個々の計画テーブルの実行およびタイムド更新テーブルへの進化および実行およびタイムド更新コマンドテーブルの相互作用については以下のセクションCにおいてさらに詳細に説明する。

10

【0121】

新しいシステム計画に対する個別計画テーブルの作成の間、前記NRMは望ましくは前記新しい個別計画テーブルが時間的に現在各々のシステムノードにおいて実行中の個別計画テーブルと近く、したがって引き続く個別計画が継ぎ目のないことを確認するのが望ましい。再計画のために発生された新しい個別計画テーブルは一般に各々のシステムノードにおいて現在実行中の個別計画テーブルとオーバーラップするが、それは再計画は一般に前記現在実行中のシステム計画の残りの部分の全てまたは一部を置き換えることを意図しているからである。

【0122】

個別計画テーブルの使用は本発明の特定の特徴であるが、それは前記資源使用計画への変更は全てのシステムノードが周期的に最も低い時間的増分により更新される固定された時間増分に基いていないからである。個々のまたは個別計画テーブルはノードが任意の時間にその動作を変更させるようにすることができるが、それは各々のノードがそれ自身の独自の組の個別計画テーブルを使用するからである。

20

【0123】

個別計画テーブルの使用はかなりのシステム資源の節約を行なう。典型的な従来技術の資源管理システムにおいては、システム制御セグメントが前の実行テーブルを更新するために全体的な新しいテーブルを送信する。更新は典型的にはそれぞれの時間増分において行なわれる。これに対し、本発明のNRMはテーブル全体をオーバーライトすることなしに実行テーブルの単一のエントリを更新することができる。

30

【0124】

以下のテーブルの組は実行テーブルの例およびそれらの関連するタイムド更新コマンド (timed update command) テーブルを与える。

【0125】

示された表2および表3は例示的なノードーノードルーティングテーブルを示す。これらのテーブルは衛星に対しクロスリンク56 (図2) またはアップ/ダウンリンク46, 48, 60 (図2) におけるどの方向に特定の宛先ノードIDアドレスを有するデータを導くべきかを教示する。宛先ノードIDアドレス (destination node ID address) は他の衛星12 (図1)、または地上ステーション (例えば、SCS28、図1) を意味するものとすることができる。各々のシステムノードは独自の宛先ノードIDを割当てられるのが望ましい。表2および表3においては、宛先ノードID番号およびリンク指定は単に例示的なものであり、かつ特定の宛先ノードまたはリンクを指定する任意の方法を使用することができる。

40

【0126】

【表2】

ノードーノードルーティング実行テーブル

宛先		
ノードID	主リンク	代替リンク
1	「前方」	「左」
2	「ダウンリンクA」	「右」
3	「左」	「後方」
.....		

10

【0127】

【表3】

ノードーノードルーティングタイムド更新コマンドテーブル

宛先				
日付	時刻	ノードID	主リンク	代替リンク
365	23:00:03	2	「右」	「前方」
365	23:47:18	57	「後方」	「左」
1	00:12:15	8	「左」	「ダウンリンクA」
1	01:33:47	42	「左」	「後方」
.....				

20

【0128】

表4および表5は、例示的な位置領域符号テーブルを示す。これらの表は所定の符号システムを使用する特定の衛星の各々の加入者セルの中心位置の地理的座標を示す。各々の加入者セルは与えられた衛星内で独自のセルID番号を割当てられることが望ましい。表4および表5においては、セルID番号は単に例示的なものであり、かつ特定のセルを指定する任意の方法を使用することができる。さらに、例示のために48のセルが示されているが、より多くのまたはより少ない数のセルを使用することができる。表4および表5に示された特定の位置領域符号は単に説明の目的で選択されたものであり、かつ、緯度および経度を含む、任意の種類的位置領域符号を使用できる。この情報はそのセルIDのカバレッジ領域内の全てのSU26（図1）に放送される。

30

【0129】

【表4】

40

位置領域符号実行テーブル

セル I D	セル中心位置領域符号	
1	4 0 3 4 1	
2	4 0 2 6 7	
3	3 4 2 0 1	10
.....		
4 8	6 0 7 8 9	

【0 1 3 0】

【表 5】

位置領域符号タイムド更新コマンドテーブル

日付	時刻	セル I D	セル中心位置領域符号	
3 6 5	2 3 : 0 0 : 0 3	2	4 0 2 2 4	
3 6 5	2 3 : 4 7 : 1 8	3 3	1 0 1 7 2	
1	0 0 : 1 2 : 1 5	8	5 5 0 3 5	
.....				

【0 1 3 1】

表 6 および表 7 は例示的なアクセス優先度テーブルを示す。これらのテーブルは特定のセルによってどのアクセス優先度番号が現在サービスを受けているかを示す。この情報は衛星 1 2 (図 1) によってそのセルカバレッジ領域内の全ての S U 2 6 (図 1) に放送される。表 6 および表 7 においては、アクセス優先度は 1 および 1 5 の間の番号によって示されているが、これは単に説明の目的のためのものであり、かつ優先度を示す任意の手段を使用できる。セル I D 表示もまた例示的なものである。

【0 1 3 2】

【表 6】

30

アクセス優先度実行テーブル

セル I D	セル中心位置領域符号	
1	5	
2	6, 8, 10, 12	
3	7, 9, 11, 13	10
.....		
48	3, 6, 14	

【0133】

【表7】

アクセス優先度タイムド更新コマンドテーブル

日付	時刻	セル I D	優先度	
365	23:00:03	2	2, 3, 4	
365	23:47:18	33	6	
1	00:12:15	8	1, 15	
.....				

【0134】

表8および表9は、例示的なアクセスチャネルテーブルを示す。例えば、SU26（図1）にとって利用できる可能性のある120の異なるチャネルが存在し得る。これらのテーブルは特定のセル内のSU26（図1）がどの加入者チャネルを使用して始めにシステムにアクセスすべきかを示す。このアクセスチャネル情報はそのセルカバレッジ領域内の全てのSU26（図1）に対し放送される。他の表と同様に、表8および表9におけるアクセスチャネルエントリおよびセルID番号は単に例示的なものである。

【0135】

【表8】

30

アクセスチャネル実行テーブル

セルID	アクセスチャネル
1	1, 5, 7, 9
2	10, 30, 70
3	20, 22, 24
.....	
48	2, 32, 52, 62, 112

10

【0136】

【表9】

アクセスチャネルタイムド更新コマンドテーブル

日付	時刻	セルID	アクセスチャネル
365	23:00:03	2	12, 15
365	23:47:18	33	6, 9, 10, 13
1	00:12:15	8	4
.....			

20

【0137】

表10および表11は例示的なセル作動（Cell Activation）テーブルを示す。これらのテーブルは衛星12（図1）に対しいつ特定のセルを「オン」または「オフ」にすべきか、および各々のセルにおいてどの基本的な加入者チャネルセット（「基本セット（Basic Set）」）を使用すべきかを教示する。例えば、基本的な加入者チャネルセットは8個のチャネルの組とすることができる。2つの基本的な加入者セットが各々のセルを作動させるために以下に示されている。表10および表11に示されたセルID、および基本チャネルセットの指示は例示的な目的のためのみのものでありかつ他のセルID番号および基本的加入者チャネルセット指示を使用することもできる。

30

【0138】

【表10】

セル作動実行テーブル

セル I D	基本セット 1	基本セット 2
1	オフ	オフ
2	4	2
3	2 8	3 0
.....		
4 8	1 2	1 0

10

【0 1 3 9】

【表 1 1】

セル作動タイムド更新コマンドテーブル

日付	時刻	セル I D	セット #	セット I D
3 6 5	2 3 : 0 0 : 0 3	2	1	2 2
3 6 5	2 3 : 4 7 : 1 8	3 3	2	6
1	0 0 : 1 2 : 1 5	8	2	3 9
.....				

20

【0 1 4 0】

表 1 2 および表 1 3 は例示的なセル付加的チャネルテーブルを示す。これらのテーブルは実際のトラフィックをサポートするために必要であれば衛星 1 2（図 1）において使用できる付加的なチャネルセットを示す。「ホットスポット（hot spots）」を有するセル（すなわち、予期しないほど大きなトラフィックの領域）には、示されたように、それらのセルにおいて使用するために付加的なチャネルが与えられることになる。例示のために、1 2 0 の付加的なチャネルセットが表 1 2 および表 1 3 に示されており、かつ各々の付加的なチャネルセットは衛星内の 7 個までの非隣接セルにおいて使用されるが、もちろん異なる数の付加的なチャネルセットを異なる数のセルに割当てることができる。これらの付加的チャネルセットおよびセル I D 指定は純粋に例示的なものである。

30

【0 1 4 1】

【表 1 2】

40

セル付加的チャネル実行テーブル

付加的チャネルセット	第1のセルID		第7のセルID
1	1 2		—
2	2 3		4 6
.....			
1 2 0	1 2		—

10

【0 1 4 2】

【表 1 3】

セル付加的チャネルタイムド更新コマンドテーブル

日付	時刻	チャネルセット	セルID	変更
3 6 5	2 3 : 0 0 : 0 3	1 5	1 0	追加
3 6 5	2 3 : 4 7 : 1 8	2	2 2	除去
1	0 0 : 1 2 : 1 5	8	2	除去
.....				

20

【0 1 4 3】

衛星 1 2（図 1）はまたダウンリンク割当てテーブルおよびクロスリンク割当てテーブルを含む。ダウンリンク割当てテーブルおよびクロスリンク割当てテーブルは、それぞれ、衛星ダウンリンクアンテナ 5 0（図 2）およびクロスリンクアンテナ 5 8（図 2）が地上ターミナルまたは近隣衛星 1 2（図 1）の間でリンクを確立するために使用する情報を含む。この情報は望ましくは次のものを含む。

30

- ・（複数のダウンリンク 5 0 またはクロスリンク 5 8 アンテナがある場合）どのアンテナを使用するか、

- ・アンテナ回転（s l e w i n g）処理をいつスタートするか、

- ・捕捉信号をいつターン「オン」するか、

- ・いつデータの到達の開始を期待するか、

- ・いつリンクをシャットダウンするか、

- ・どの送信および受信チャネルを使用するか、

- ・どの地上ターミナルまたは近隣の衛星 1 2（図 1）を目標ポイントとして使用するか、
そして

40

- ・捕捉（a c q u i s i t i o n）のために使用する初期電力レベル、である。

【0 1 4 4】

GW 2 2（図 1）またはGW-GCS 3 0（図 1）は、GW-GCS 3 0（図 1）が衛星 1 2（図 1）とのリンクを確立するために使用する情報を含むアップリンク割当てテーブルを含む。この情報は望ましくは以下のものを含む。

- ・（複数のGW-GCS アップリンクアンテナ 5 4 がある場合）どのアンテナを使用するか、

- ・いつアンテナ回転処理を開始するか、

- ・いつ捕捉信号をターン「オン」するか、

50

- ・いつデータの到達開始を期待するか、
- ・いつリンクをシャットダウンするか、
- ・どの送信および受信チャネルを使用するか、
- ・どの衛星12（図1）を目標ポイントとして使用するか、そして
- ・捕捉のために使用する初期電力レベル、である。

【0145】

前記表2～表13およびダウンリンク割当て、アップリンク割当ておよびクロスリンク割当てテーブルは確定できる方法（*determinable way*）であらかじめ決定されたシステム計画を実行する情報を含む。付加的なチャネルセット割当ておよび再計画状況を除き、システム計画の実行は実際のトラフィックに影響されないことが望ましい。

10

【0146】

別の実施例では、衛星が動作条件および／または該衛星によって受信されるトラフィックの変動に応答するために使用できる決定情報を提供する付加的なテーブルを作成できる。これらのテーブルは衛星がトラフィックに応じて適応的に動作できるようにする。例えば、あるテーブルは、もし衛星のバッテリーに蓄積された利用可能なエネルギーがレベルXまで低下し、かつ衛星がある地理的領域に接近しつつあれば、該衛星はその地理的領域に到達する前にそのアクセス優先度を修正する、などのような決定情報を提供できる。衛星のふるまいを実時間で修正するためのこの能力はより効率的な動作を提供するより柔軟性あるシステムを可能にする。

【0147】

20

C. 実行計画（*Execute Plan*）

1組の個別計画テーブルがシステムノードによって受信された後、該システムノードは続いて対応するシステム計画を実行することができる。前記個別計画テーブルはシステムノードによってシステム計画の実行（ブロック224、図9）のために必要な2つのタイプのテーブルに展開される。セクションBにおいて述べたように、これらのテーブルは実行テーブルおよびタイムド更新コマンドテーブルである。

【0148】

実行テーブルはシステムノードがシステム動作の間に資源の使用の決定を行なうためにアクセスする1組の指令である。タイムド更新コマンドテーブルは望ましくはファーストイン・ファーストアウト（*FIFO*）キューでありこれはすでは実行されていないまたは再計画エントリによってオーバーライトされていない全ての受信された個別計画テーブルからのエントリを含む。タイムド更新コマンドテーブル内の各々のエントリはそれに関連する時間を有する。これらの時間は前記システム計画発生処理の間に対応する実行テーブルにおけるエントリをオーバーライトするために前記エントリが使用されるべき時間となるよう決定されている。タイムド更新コマンドテーブルは望ましくは年代順に配列される。

30

【0149】

望ましくは、タイムド更新コマンドテーブルは前記表2～表13によって通知されるように、各々の実行テーブルに対して存在する。しかしながら、別の実施例では、1つの大きなタイムド実行テーブルがその中に含まれる全ての実行テーブルに対する全てのエントリと共に存在することができる。この実施例は前記タイムド更新コマンドテーブル内の各々のエントリがどの実行テーブルを修正する予定であるかを示す情報を含むことを必要とする。

40

【0150】

図17は、各々のシステムノード内で実行される、システム計画実行処理（ブロック224、図9）の流れ図である。該システム計画実行処理が開始され（ブロック500）、システムノードが個別計画テーブル（または、1組の個別計画テーブル）がSCS28（図1）から受信されているか否かを判定する（ブロック502）。何等の個別計画テーブルも受信されていない場合（ブロック502）現在実行中のシステム計画の実行は現在のシステム時間を次のタイムド更新テーブルエントリに対する時間と比較することにより続けられる（ブロック506）。この比較段階については後にさらに説明する。

50

【0151】

個別計画テーブルが受信されている時（ブロック502）、システムノードは個別計画テーブルに対応するタイムド更新コマンドテーブルへと同化する（assimilates）（ブロック504）。

【0152】

もし前記受信された個別計画テーブルが新しいシステム計画の一部であれば、前記個別計画テーブルは該計画テーブルを前記タイムド更新コマンドテーブルの終りに付けることにより同化される（ブロック504）。もし受信された個別計画テーブルが再計画であれば、前記個別計画テーブルは個別計画テーブルエントリを前記タイムド更新コマンドテーブルの適切な年代順に決定された位置へと挿入することにより同化される（ブロック504）（ブロック504）。これはいくつかのエントリを前記タイムド更新コマンドテーブルにオーバーライトすることを必要とするであろう。

10

【0153】

個別計画テーブルが同化（ブロック504）された後、システムノードはタイムド更新コマンドテーブルの次のエントリの時間を読み取りかつこの時間をシステム時間（すなわち、システムノードに知られている基準時間）と比較する（ブロック506）。2つの時間が等しくない場合（あるいは、なんらかの最小許容誤差内にない場合）（ブロック508）、システムノードは再び個別計画テーブルが受信されているか否かを判定し（ブロック502）かつ処理は図17に示されるように繰り返される。

【0154】

2つの時間が等しい場合（あるいは、なんらかの最小許容誤差内にある場合）（ブロック508）、システムノードは対応する実行テーブルエントリを次のタイムド更新エントリと置き換える（ブロック510）。処理は次に図17に示されるように反復される。

20

【0155】

当業者は本明細書の記述に基づき、個別計画テーブルの受信の監視（ブロック502）、個別計画テーブルの同化（ブロック504）、システム時間の比較（ブロック506）および実行テーブルエントリの置き換え（ブロック510）は図17に示されるように直列的に行なうこともでき、あるいは並列的に行なうことも可能なことを理解するであろう。例えば、個別計画テーブルの受信の検出（ブロック502）は、システム時間の比較（ブロック506）および実行テーブルエントリの置き換え（ブロック510）とは完全に独立に、割込み駆動タスクとすることができる。さらに、例えば、受信された計画テーブルの同化（ブロック504）は必ずしも1ステップで行なわれる必要はなく、例えば、並列処理またはタスクの間のタイムシェアリング（例えば、ソフトウェア実時間エグゼクティブ）が可能なシステムノードにおいて背景タスクとして行なわれてもよい。

30

【0156】

図18は、新しいシステム計画の実行がどのようにして実行テーブルおよびタイムド更新コマンドテーブルの相互作用を介して行なわれるかの例を示す。この例では、ノードーノードルーティング実行テーブル520およびノードーノードルーティングタイムド更新コマンドテーブル522がそれらが衛星12（図1）において使用されるものとして示されている（前記表2および表3を参照）。

40

【0157】

まず始めに、衛星12（図1）はノードーノードルーティング実行テーブル520にしたがって動作している。指定された宛先ノードIDを備えたデータがその衛星12（図1）によって受信された時、該衛星12（図1）はこのデータをその宛先ノードのための実行ノードーノードルーティングテーブルにおいて指定された主リンク（primary link）を介して宛先ノードへと導く。例えば、もしデータが衛星12（図1）によって宛先としてのノードID2と共に受信されれば、該衛星12（図1）はそのデータをその主リンクが機能しうる（functional）場合に「後方の」衛星に導くことになる。もし主リンクが機能し得るものでなければ、前記データは代替リンク指定にしたがって「右側へ」導かれることになる。

50

【0158】

システム時間524が日付365の23:00:03に到達した時、ノードノードルーティング実行テーブル520におけるノードID2に対応するエントリはタイムド更新コマンドテーブル522の次のエントリ内の情報によってオーバーライトされることになる。したがって、主リンクは「後方」から「右方向」へと変更され、かつ代替リンクは「右方向」から「前方」へと変更される。前記ノードノードタイムド更新コマンドテーブル522は年代順に配列されたFIFOキュー内に存在することが望ましい。図18においては、タイムド更新コマンドテーブル522の部分526は現在実行中のシステム計画の前記衛星の部分の最後の4つのエントリを表わす。

【0159】

新しいシステム計画の前記衛星の部分を表わす新しいノードノードルーティング個別計画テーブル528が衛星12（図1）によって受信された時、その新しいタイムド更新コマンドテーブル528はFIFOキュー522内の現在実行中のタイムド更新コマンドテーブルの部分526に添付される。衛星12（図1）が現在実行中の計画の再計画の前記衛星の部分を表わすノードノードルーティング個別計画テーブルを受信した時、衛星12（図1）は現在実行中のタイムド更新テーブル内の再計画により影響を受けるエントリを置き換える。例えば、前記再計画は日付1の時刻1:33:47に対応するタイムド更新エントリの修正のみを要求することができる。タイムド更新コマンドテーブル522のそのエントリのみが修正されることになる。

【0160】

前に述べたように、衛星12（図1）はノードノードルーティング実行テーブルに基づきデータを導くことができる。さらに、衛星12（図1）は通信システムにアクセスすることをオーソライズされていない「データをスクリーニングする」ことができる。システムデータおよび加入者データは衛星12（図1）が読み取ってそのデータが通信システムを通して導かれることをオーソライズされているか否かを判定できる「ヘッダ情報」を含むことが望ましい。衛星12（図1）によって受信されたデータがヘッダ情報を含まない場合、あるいは無効なヘッダ情報を含む場合、衛星12（図1）はそのデータをシステムを通して導かないことを選択することができる。衛星12（図1）によって受信されたデータが有効なヘッダ情報を含む場合、該衛星12（図1）はそのデータを前記ノードノードルーティング実行テーブルにしたがって通信システムを通して導くことができる。

【0161】

いくつかの理由のためデータをふるいにかける（screen）ことが望ましい。1つの理由はオーソライズされていないものがシステム資源を彼等自身のデータを通信するための手段として略奪することを停止するためである。この濫用を止めるため、各々のシステムノードはそれが送信するデータのヘッダ情報内にアクセス符号を含めることができる。衛星12（図1）はそれが前記データシステムを通して導かれるためにオーソライズされているか否かを判定できるようにする有効なアクセス符号のリストを含むことができる。

【0162】

アクセス符号の使用はまた他のあり得るシステムの濫用を止めることができる。各々のSU26（図1）はそれ自身の独自のアクセス符号を含むヘッダ情報を送信することができる。システムを使用するためのオーソリゼーションを失ったシステムユーザ（例えば、彼等の加入者料金を払わないため）は衛星12（図1）によってシステムにアクセスすることから阻止される。

【0163】

アクセス符号の他に、ヘッダ情報はさらに（ノードノード間のルーティング決定のための）前記データの宛先（destination）アドレス、前記データを送信するシステムノードのアクセス優先度（そのアクセス優先度がセルによってサービスを受けているか否かを決定するための）、前記データを送信するシステムノードの地理的位置、その他を含むことができる。

【0164】

したがって、従来技術の方法および機構に対して特定の問題を克服しかつある利点を達成する改善されたセルラネットワーク資源管理方法および装置が説明された。知られた技術に対する改善は大幅なものである。資源の誤用が避けられかつシステム性能が增強される。資源管理計画はより容易にかつ迅速に計算される。

【0165】

特定の実施例に関する上の説明は本発明の一般的な特質を完全に開示しているから他のものが、現在の知識を適用することにより、容易に本発明の包括的な概念から離れることなくそのような特定の実施例を修正しおよび／または種々の用途に適用することができ、かつしたがってそのような適用および修正は開示された実施例の等価物の意味および範囲内にあるものと解釈されるものとする。特に、好ましい実施例が衛星のセルラ電気通信システムおよび方法に関して説明されたが、当業者は本明細書の記述に基づき本発明の意味および方法は単にセルラネットワークに限定されず、個々のノードにおける資源管理が重要な他のタイプの複数ノード電気通信システム、例えば、制限的な意味ではないが、地上セルラおよびマイクロセルラシステムのようなシステムにも等しく適用できることを理解するであろう。

10

【0166】

ここで使用されている言葉使いまたは用語法は説明のためのものであり制限的なものではないことが理解されるべきである。したがって、本発明は添付の特許請求の範囲の精神および広い範囲内にある全てのそのような置き換え、修正、等価物および変形を含むものとする。

20

【0167】

本明細書は複数の衛星を有し、それらの内の少なくともいくつかは天体の表面に関して移動しており、各々の衛星は送信機および受信機を含む通信資源を含む衛星セルラ通信システムを動作させるための衛星セルラネットワーク資源管理方法を開示しており、前記衛星は複数の地上ターミナルおよび少なくとも1つの制御ステーションと通信し、前記方法は、

a) 第1のコンピュータによって将来の所定の期間の間の、地上ターミナルと衛星との間で受け渡されることが予期される通信トラフィックおよび衛星の動作能力 (operating capabilities) を予測する段階、

b) 前記予測された通信トラフィックおよび動作能力から前記将来の所定の期間の間における前記予測された通信トラフィックを受入れ可能に収容するのに適した衛星上の資源を管理するための各衛星のための個別運用計画または動作計画を決定する段階、

30

c) 各々の衛星内にそのような衛星のための前記個別運用計画を送信しかつ格納する段階、そして

d) 前記将来の所定の期間の間における実際の通信トラフィック要求に応答して各々の衛星内に格納された前記個別運用計画にしたがって各々の衛星の送信機および受信機を作動させる段階、
を具備する。

【0168】

上に述べた方法において、前記予測段階はさらに将来の所定の期間の間に衛星の間で受け渡されることが予期される通信トラフィックを予測する段階を含む。

40

【0169】

上に述べた方法において、前記決定段階は前記将来の所定の期間の間における実際の通信トラフィック要求および実際の衛星の動作能力に基づき前記将来の期間の間における衛星の動作モードを適応的に修正するために各衛星によって使用される決定情報を有するテーブルを発生する段階を含み、該テーブルは前記個別運用計画の一部を含む。

【0170】

上に述べた方法において、前記決定段階は各々の管理される衛星資源を管理するための1つまたはそれ以上のサブ計画を作成する段階を具備し、前記サブ計画の各々は実行計画およびタイムド更新計画を具備し、該タイムド更新計画は前記将来の所定の期間の間にお

50

るあらかじめ計画された時間において前記実行計画を修正し、前記サブ計画は前記個別運用計画の一部を構成する。

【0171】

上に述べた方法において、前記決定段階はシステム動作に影響を与える所定の計画制約 (planning constraints) を使用して前記個別運用計画を決定する段階を具備する。

【0172】

すぐ上において述べた方法において、前記決定段階は少なくともそれらの内のいくつかが天体上の衛星位置によって変わる所定の計画制約を使用して個別運用計画を決定する段階を具備する。

10

【0173】

上に述べた方法において、前記予測および決定段階は前記少なくとも1つの制御ステーションによって行なわれ、かつさらに計画外の状態を検出するために実際の動作に応答して各々の衛星内における前記個別運用計画の実行の監視を行なう段階、およびそのような計画外の状態が所定のしきい値に到達したかあるいは越えた場合に、そのような計画外の状態の指示を前記少なくとも1つの制御ステーション(28)に送信する段階を具備する。

【0174】

すぐ上に述べた方法において、前記格納段階は前記衛星内に前記所定のしきい値を記憶させる段階を具備する。

【0175】

20

2パラグラフ上において述べた方法において、前記監視段階は実際の動作が前記所定のしきい値に到達したことを判定する段階を具備し、かつさらに前記所定の段階が実際の動作が前記所定のしきい値に到達したことを判定した場合に前記所定のしきい値を越えないように衛星の動作モードを修正する段階を具備する。

【0176】

3パラグラフ上において述べた方法において、さらに、少なくとも部分的に前記計画外の状態を救済するように、前記少なくとも計画外の状態を報告する衛星のために更新された運用計画を提供するため前記段階a)～c)を反復する段階を具備すると好都合である。

【0177】

すぐ上に述べた方法において、前記段階a)の最初の発生は初期履歴データに基づきかつ前記計画外の状態は前記将来の所定の期間の終りの前に報告され、かつ前記段階a)の第2の発生は前記初期履歴データおよび前記計画外状態に基づき、そして前記段階a)の前記第2の発生は前記将来の所定の期間の残りの間に対して予測を行なう。

30

【0178】

2パラグラフ上において述べられた方法において、前記段階a)の最初の発生は前記将来の所定の期間の始めまでの初期履歴データに基づきかつ前記計画外の状態は前記将来の所定の期間の終りの前に報告され、そして前記段階a)の第2の発生はその時現在の (then current) 時間へと更新された前記初期履歴データおよび計画外状態を備えた新しい履歴データに基づき、かつ前記段階a)の前記第2の発生は前記将来の所定の期間の残りに対し予測を行なう。

40

【0179】

3パラグラフ上において述べた方法において、前記段階a)の第1の発生は初期履歴データに基いておりかつ前記計画外の状態は前記将来の所定の期間の終了の前に報告され、そして前記段階a)の第2の発生は前記初期履歴データおよび前記計画外の状態に基いており、かつ前記段階a)の該第2の発生は前記将来の所定の期間を越えて伸びるさらに先の期間の間に対して予測を行なう。

【0180】

4パラグラフ上において述べた方法において、前記段階a)の前記第1の発生は前記将来の所定の期間の始めまでの初期履歴データに基いておりかつ前記計画外の状態は前記将来の所定の期間の終りの前に報告され、そして前記段階a)の第2の発生はその時現在の時

50

間へと更新された初期履歴データおよび計画外状態を備えた新しい履歴データに基づき、そして前記段階 a) の第 2 の発生は前記将来の所定の期間を越えて伸びるさらに先の期間に対し予測を行なう。

【0181】

上に述べた方法において、前記予測および決定段階は前記少なくとも 1 つの制御ステーションによって行なわれ、かつさらに各々の衛星内で利用可能な資源の状態および衛星の機能性を監視する段階、および前記状態および前記衛星の機能性を前記少なくとも 1 つの制御ステーションに送信する段階を具備する。

【0182】

すぐ上において述べた方法は、さらに前記ステータスおよび衛星の機能性を評価して前記ステータスおよび衛星の機能性が前記将来の所定の期間内に将来の計画外状態が発生することを示しているか否かを判定する段階、そして前記ステータスおよび衛星の機能性が前記将来の計画外状態が前記将来の所定の期間内に生じることを示している場合に、少なくとも前記ステータスおよび衛星機能性を報告している衛星に対し更新された運用計画を提供し、それによって少なくとも部分的に前記将来の計画外状態を避けるために前記段階 a) ~ c) を反復する段階を具備する。

10

【0183】

上に述べた方法において、前記将来の所定の期間の間に、前記段階 a) ~ c) がさらに先の期間の間反復され、この場合前記段階 a) はその時現在の時間に更新された履歴データに基づく。

20

【0184】

上に述べた方法において、ある特定の衛星はさらに 1 つまたはそれ以上の通信セルを天体の表面に投影するための電磁エネルギーを受信および送信するための 1 つまたはそれ以上の装置を具備し、かつ前記特定の衛星の前記 1 つまたはそれ以上の通信セル内に配置された個々の地上ターミナルは多重化されたあるいは多重化されていないシグナリングチャネルを使用して前記特定の衛星と通信可能であり、そして前記決定段階はさらに前記 1 つまたはそれ以上の通信セルの各々に対するチャネル割当てを有するセル割当てテーブルを発生する段階を具備し、前記チャネル割当ては前記特定の衛星が前記将来の所定の期間の間に送信機および受信機の動作を制御するために使用する情報を含み、前記セル割当てテーブルは前記個別計画テーブルの一部を構成する。

30

【0185】

すぐ上に述べた方法において、前記決定段階は前記特定の通信セルにおける実際の通信トラフィック需要に基づき、前記将来の所定の期間の間にある特定の通信セルに割当てできる付加的なチャネル割当てを有する付加的チャネルテーブルを発生する段階を含み、前記付加的チャネルテーブルは前記個別運用計画の一部を構成する。

【0186】

2 パラグラフ上において述べた方法において、前記決定段階は各々の管理される衛星の資源に対する 1 つまたはそれ以上のサブ計画を作成する段階を具備し、該サブ計画の各々は実行計画およびタイムド更新計画を含み、前記タイムド更新計画は前記将来の所定の期間の間におけるあらかじめ計画された時間において前記実行計画を修正し、前記サブ計画は前記個別運用計画の一部を構成する。

40

【0187】

3 パラグラフ上において述べた方法において、前記決定段階は前記衛星が前記個々の地上ターミナルに放送する前記 1 つまたはそれ以上の通信セルの中心の所定の地理的位置を有する位置テーブルを発生する段階を具備し、該位置テーブルは前記個別運用計画の一部を構成する。

【0188】

4 パラグラフ上に述べた方法において、前記個々の地上ターミナルはあらかじめアクセス優先度値を割当てられ、該アクセス優先度値は前記個々の地上ターミナル内に記憶されかつ特定の地上ターミナルに対し該特定の地上ターミナルがある特定の衛星が前記特定の衛

50

星内に記憶された所定のアクセス優先度値に整合する記憶されたアクセス優先度値を有する個々の地上ターミナルへのシステムアクセスを許容している場合にシステムへアクセスできることを示し、前記決定段階は各々の衛星内の前記1つまたはそれ以上の通信セルの各々に対しアクセス優先度値を有するテーブルを発生する段階を含み、該テーブルは前記個別運用計画の一部を構成する。

【0189】

5 パラグラフ上において述べた方法において、前記決定段階は各々の衛星と特定の個別地上ターミナルとの間に通信リンクを確立するために各々の衛星によって使用される情報を有するリンクテーブルを発生する段階を含み、該リンクテーブルは前記個別運用計画の一部を構成する。

10

【0190】

すぐ上に述べた方法において、前記決定段階はさらに特定の個別地上ターミナルの方向で電磁エネルギーを受信しかつ送信するために1つまたはそれ以上の装置を回転させるために前記衛星が使用する情報を発生する段階を含み、該情報は前記リンクテーブルの一部を構成する。

【0191】

上に述べた方法において、前記決定段階は少なくとも部分的に地球をベースとした制御ステーションにおいて行なわれる。

【0192】

上に述べた方法において、特定の衛星はさらにいずれか近隣の衛星と通信するために電磁エネルギーを受信および送信するための1つまたはそれ以上のクロスリンク装置を具備し、電磁エネルギーを受信および送信するための各々のクロスリンク装置はクロスリンク送信機およびクロスリンク受信機に結合され、前記決定段階は前記特定の衛星に電磁エネルギーを受信および送信するための前記1つまたはそれ以上のクロスリンク装置の内の1つを使用して非近隣衛星に向けられたメッセージをどの近隣衛星に導くべきかを教示するルーティング情報を有するテーブルを発生する段階を含み、該テーブルは前記個別運用計画の一部を構成する。

20

【0193】

すぐ上において述べた方法において、前記送信段階は第1の衛星に向けられた特定の将来の個別運用計画を前記制御ステーションから第2の衛星に送信する段階を含み、該送信段階はさらに前記特定の将来の個別運用計画を前記第2の衛星によって前記第2の衛星に格納されたルーティング情報にしたがって前記第1の衛星に導く段階を具備する。

30

【0194】

上に述べた方法において、前記送信段階は第1の衛星に向けられた前記個別運用計画を前記第1の衛星が前記制御ステーションと通信を確立することが可能なように前記第1の衛星が向けられている場合に前記制御ステーションから前記第1の衛星へと送信する段階を含む。

【0195】

上に述べた方法において、前記衛星はさらに任意の複数の最も近い近隣の衛星と通信するために電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも1つの装置を具備し、かつ前記決定および送信段階はそれによって前記複数の近隣衛星の内の1つを越えてさらに他の衛星へと受け渡されることを意図するメッセージを受信した個々の衛星が前記さらに他の衛星へと中継されるように前記複数の近隣衛星の内のどれに前記メッセージが受け渡されるべきかを決定する情報を含む各々の衛星に対する個別運用計画を決定および送信する段階を具備し、かつさらにそのような決定された特定の近隣の衛星に前記メッセージを送信するために電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも1つの装置を作動させる(energizing)段階を具備する。

40

【0196】

本明細書は複数の衛星を有する衛星セルラ通信システムを動作させるための方法を開示しており、前記衛星の内の少なくともいくつかは天体の表面に関して移動しており、前記複

50

数の衛星の各々は送信機および受信機そして該送信機および受信機に結合され1つまたはそれ以上の通信セルを前記天体の表面に投影するための電磁エネルギーを受信しかつ送信するための1つまたはそれ以上のダウンリンク装置を具備し、前記衛星は少なくとも1つの制御ステーションおよび前記複数の衛星と通信するために電磁エネルギーを受信および送信するための1つまたはそれ以上のアップリンク装置を有する複数の地上ステーションと通信し、前記方法は、

a) 第1のコンピュータによって、将来の所定の期間の間に、地上ターミナルと衛星との間で受け渡されることが予期される通信トラフィックおよび前記衛星の動作能力を予測する段階、

b) 前記予測されたトラフィックおよび衛星の動作能力から、前記将来の所定の期間の間における前記予測されたトラフィックを受入れ可能に収容するのに適した各々の衛星のための個別運用計画を決定する段階、 10

c) 各々の衛星内にそのような衛星のための前記個別運用計画を送信しかつ格納する段階、そして

d) 前記将来の所定の期間の間における実際のトラフィック要求に応答して前記格納された個別運用計画にしたがって前記衛星の送信機および受信機を作動させる段階、を具備する。

【0197】

上に述べた方法において、前記決定段階b)は、

b. 1) 前記将来の所定の期間の間における地上ターミナルと衛星との間で受け渡されることが予期されるシステムオーバヘッドトラフィックを予測する段階、 20

b. 2) 前記通信システムの使用に関する制限を設定する計画の制約を選択する段階、

b. 3) 前記予測された通信トラフィックおよび選択された計画の制約に基づき、前記将来の所定の期間の間に前記通信セルの内のどれが作動または不動作になるかを決定する段階、

b. 4) 作動している通信セルのために、1つまたはそれ以上のチャンネルを該作動している通信セルに対して割当てする段階、

b. 5) 前記段階b. 4)の割当ての結果に基づき前記予測された通信トラフィックおよび前記予測されたシステムオーバヘッドトラフィックをセルラ通信システムにわたり導く戦略を選択する段階、 30

b. 6) 前記選択された戦略が前記予測された通信トラフィックおよび予測されたシステムオーバヘッドトラフィックを受入れ可能に収容するか否かを判定する段階、

b. 7) 前記選択された戦略が前記予測された通信トラフィックおよび予測されたシステムオーバヘッドトラフィックを受入れ可能に収容しない場合、異なる計画の制約を選択し、かつ前記段階b. 3)～b. 6)を反復する段階、そして

b. 8) 前記選択された戦略が前記予測された通信トラフィックおよび予測されたシステムオーバヘッドトラフィックを受入れ可能に収容する場合、各々の衛星に対する個別運用計画を展開する段階であって、該個別運用計画は前記衛星がデータを導きかつ前記受入れ可能な戦略にしたがって前記通信セルを作動させるために必要とする情報を具備するもの、 40

を備えている。

【0198】

すぐ上に述べた方法において、前記衛星はさらに近隣の衛星と通信するために電磁エネルギーを受信しかつ送信するための1つまたはそれ以上のクロスリンク装置を具備し、かつ前記決定段階b)はさらに前記段階b. 5)の前に電磁エネルギーを受信および送信するための前記1つまたはそれ以上のクロスリンク装置が前記予測された通信トラフィックおよび前記予測されたシステムオーバヘッドトラフィックを収容するためにどのように使用されるかを計画する段階を具備する。

【0199】

2パラグラフ上において述べた方法において、前記通信セルの内のどれがアクティブにな 50

るかを決定する前記段階 b. 3) は、

b. 3. a) 前記通信セルを作動させる戦略を選択する段階、

b. 3. b) 前記通信セルを作動させる選択された戦略に基づき、各々の通信セルが前記予測された通信トラフィックを収容するためにどれだけ多くのチャンネルを必要とするかを決定する段階、

b. 3. c) 前記段階 b. 3. b) において行なわれた決定に基づき各々の通信セルにチャンネルを割当てする段階、

b. 3. d) 各々の通信セルに割当てられたチャンネルに基づき前記将来の所定の期間の間に衛星によって消費されるエネルギーを予測する段階、

b. 3. e) 前記将来の所定の期間の間に前記衛星によって利用可能なエネルギーを予測する段階、 10

b. 3. f) 前記消費されるエネルギーの予測を前記将来の所定の期間の間に利用可能なエネルギーの予測と比較する段階、

b. 3. g) 前記将来の所定の期間の内の任意の部分の間に、前記予測された消費されるエネルギーが予測された利用可能なエネルギーを越える場合、通信セルを作動させる別の戦略を選択する段階、

b. 3. h) 前記消費されるエネルギーの予測と前記将来の所定の期間の間に利用可能なエネルギーの予測との間の比較によって前記消費されるエネルギーの予測と前記利用可能なエネルギーの予測との間に最小の差が生じるまで前記段階 b. 3. b) ~ b. 3. g) を反復する段階、そして 20

b. 3. i) 前記段階 b. 3. h) の最後の反復に基づき前記通信セルの内のどれがアクティブになるかを指示する段階、

を具備する。

【0200】

3 パラグラフ上において述べた方法において、前記ルーティングの戦略を選択する段階 b. 5) は、

b. 5. a) 前記将来の所定の期間の間前記予測された通信トラフィックおよび前記予測されたシステムオーバーヘッドトラフィックを導く可能な戦略を選択する段階、

b. 5. b) 前記選択された可能なルーティングの戦略に基づき、前記クロスリンクおよび前記ダウンリンクにおいて生じるリンクトラフィックの量を予測する段階、 30

b. 5. c) 前記将来の所定の期間の間における前記リンクトラフィックの量の予測を前記クロスリンクおよびダウンリンクによる利用可能な容量と比較する段階、

b. 5. d) 前記将来の所定の期間の内の任意の部分の間に、前記リンクトラフィックの量が前記クロスリンクおよびダウンリンクによって利用可能な容量を越えた時、異なる可能なルーティングの戦略を選択する段階、

b. 5. e) 前記将来の所定の期間の間におけるリンクトラフィックの量と前記利用可能な容量との間の比較によって前記リンクトラフィックの量と前記利用可能な容量との間の最小の差が生じるまで前記段階 b. 5. b) ~ b. 5. d) を反復する段階、そして

b. 5. f) 前記段階 b. 5. e) の最後の反復に基づきルーティングの戦略を指示する段階、 40

を具備する。

【0201】

さらに、本明細書は衛星資源を具備するセルラ通信システムを開示しており、該システムは、

複数の衛星であって、それらの内の少なくともいくつかは天体の表面に対して移動しており、各々の衛星は少なくとも1つの地上ターミナルとの通信を提供するための1つまたはそれ以上の送信機および該1つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも2つの装置を有するもの、

制御ステーションによって前記衛星に提供され、前記衛星を将来の所定の期間の間動作させるための個別運用計画を含む衛星レジデントメモリであって、前記個別運用計画は前記 50

将来の所定の期間の間における所定の時間に前記衛星に衛星の動作モードを変更させるもの、そして

前記衛星レジデントメモリおよび前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され前記衛星レジデントメモリ内に格納された前記個別運用計画によって決定される方法により前記衛星を通る通信トラフィックにしたがって前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機を作動させるための衛星レジデントコントローラ、

を具備する。

【0202】

上に述べたシステムはさらに、

前記将来の所定の期間の間における、前記近隣の衛星の間をおよび前記衛星と前記少なくとも1つの地上ターミナルとの間を通ることが予期される通信トラフィックおよび前記衛星の動作の能力を予測するための少なくとも1つの制御ステーションであって、該少なくとも1つの制御ステーションは前記衛星の動作能力によって課される制約内で前記将来の所定の期間の間における前記予測された通信トラフィックを受入れ可能に収容するのに適した各々の衛星に対する前記個別運用計画を提供するもの、そして

10

前記少なくとも1つの制御ステーションに関連し前記個別運用計画を前記衛星レジデントメモリ内に格納するために前記衛星に送信するための送信機、

を含む。

【0203】

上に述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントメモリは実行計画およびタイムド更新計画を含む個別運用計画を含み、前記タイムド更新計画は前記実行計画を予め計画された時間に修正する。

20

【0204】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントメモリ内の前記タイムド更新計画は前記衛星を軌道に挿入した後に前記衛星にローディングされる。

【0205】

上に述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントコントローラはさらに計画外(out-of-plan)状態の検出のために実際のトラフィック要求に応じて各々の衛星内の個別運用計画の実行を監視し、かつそのような計画外状態が所定のしきい値を越えた時、そのような計画外状態の指示を前記制御ステーションに送信するために前記1つまたは

30

それ以上の送信機の1つを作動させる。

【0206】

すぐ上において述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは、少なくとも部分的に前記計画外状態を救済するように、少なくとも前記計画外状態を報告する衛星に対し更新された運用計画を提供する。

【0207】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは初期履歴データに基づき第1の運用計画を提供し、そして前記計画外状態は前記将来の所定の期間の終りの前に前記計画外状態を報告する衛星によって報告され、そして前記少なくとも1つの制御ステーションは前記初期履歴データおよび前記計画外状態に基づき前記将来の所定の期間の残りの間に対し前記更新された運用計画を提供する。

40

【0208】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは前記初期履歴データ、前記計画外状態およびその時現在の時間に更新された(updated to a then current time)新しい履歴データに基づき前記将来の所定の期間の残りの間に対して更新された運用計画を予測する。

【0209】

3パラグラフ上において述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは前記将来の所定の期間の始めまで初期履歴データに基づき第1の運用計画を提供しかつ前記計画外状態は前記将来の所定の期間の終りの前に前記計画外状態を報告する衛星によ

50

って報告され、そして前記少なくとも1つの制御ステーションは前記初期履歴データおよび前記計画外状態に基づき前記将来の所定の期間と異なるさらに先の期間に対し更新された運用計画を提供する。

【0210】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは前記初期履歴データ、前記計画外状態およびその時現在の時間に更新された新しい履歴データに基づき前記将来の所定の期間と異なるさらに先の期間に対し更新された運用計画を予測する。

【0211】

上に述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントコントローラは衛星の資源のステータスおよび衛星の機能性を判定し、かつ該ステータスおよび該衛星の機能性を前記少なくとも1つの制御ステーションに送信する。

10

【0212】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは前記ステータスおよび前記衛星の機能性から前記個別運用計画が前記ステータスおよび前記衛星の機能性を報告する衛星によって実行され続けた時将来の計画外状態がたぶん発生することを決定し、かつ前記制御ステーションは、前記将来の計画外状態を少なくとも部分的に避けるように、少なくとも前記ステータスおよび前記衛星の機能性を報告する衛星に対し更新された運用計画を提供する。

【0213】

上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは前記将来の所定の期間の間に前記衛星を通る前記予測された通信トラフィックに応答して衛星内での予期されるエネルギー消費を前記将来の所定の期間の間における予期されるエネルギー発生と比較し、かつ予測されるエネルギー不足が除去されるように前記衛星に対する個別運用計画を調整する。

20

【0214】

上に述べたシステムにおいて、各々の衛星はさらに天体の表面上に1つまたはそれ以上の通信セルを投影するために電磁エネルギーを受信および送信するための1つまたはそれ以上の装置を具備し、特定の衛星は割当てられたチャネルを使用して該特定の衛星の1つまたはそれ以上の通信セル内に位置する個々の地上ターミナルと通信可能であり、かつ前記少なくとも1つの制御ステーションは、各々の通信セルに対するチャネル割当てが含まれているテーブルを有する各々の衛星に対する個別運用計画を発生し、前記チャネル割当ては前記将来の所定の期間の間における各々の通信セルに関連するセルラ送信機および受信機の動作を制御する。

30

【0215】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記衛星はさらに複数の近隣衛星の内のいずれかと通信するために電磁エネルギーを受信しかつ送信するための1つまたはそれ以上の装置を具備し、かつ各々の衛星に対する前記個別運用計画はそれによって、前記複数の近隣の衛星を越えるさらに他の衛星へと受け渡されることが意図されたメッセージを受信する、衛星が前記さらに他の衛星に中継されるように前記複数の近隣の衛星の内のどれに前記メッセージを受け渡すべきかを決定することができる。

40

【0216】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは各々の管理される衛星資源を管理するための1つまたはそれ以上の運用サブ計画を備えた個別運用計画を作成し、前記運用サブ計画の各々は実行計画およびタイムド更新計画を含み、該タイムド更新計画は前記将来の所定の期間の間における予め計画された時間において前記実行計画を修正する。

【0217】

すぐ上において述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションはそれによって前記複数の近隣衛星を越えてさらに先の衛星に渡されることが意図された前記メッセージを受信する衛星が前記メッセージが前記さらに先の衛星に中継されるように前記

50

複数の近隣衛星の内のどれに渡されるべきかを決定することができる。

【0218】

2 パラグラフ上において述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは各々の特定の通信セルに配置された地上ターミナルに衛星が放送する各々の特定の通信セルの中心位置を示す地理的情報を含むロケーション領域コードサブ計画を含む第2の運用サブ計画を作成する。

【0219】

3 パラグラフ上において述べられたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは衛星がサービスを行なう各々の特定の通信セルに対するアクセス優先度番号を識別する情報を含むアクセス優先度サブ計画を含む第3の運用サブ計画を作成し、前記情報は前記衛星がサービスを行なう前記アクセス優先度番号を持たない前記特定のセル内の地上ターミナルが前記衛星と通信することを試みないように決定できるように各々の特定の通信セル内の地上ターミナルに放送される。

10

【0220】

4 パラグラフ上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは特定の通信セル内の地上ターミナルが特定の衛星にアクセスするために使用すべき特定の衛星内の各々の通信セルに対するアクセスチャンネル番号を識別する情報を含むアクセスチャンネルサブ計画を含む第4の運用サブ計画を作成し、この情報は前記特定の通信セル内の地上ターミナルに放送される。

【0221】

20

5 パラグラフ上に述べたシステムにおいて、前記少なくとも1つの制御ステーションは特定の衛星が各々の特定の通信セルをいつターンオンまたはターンオフするかおよび各々の特定の通信セルにおいてどの特定のチャンネルを使用すべきかを決定するために使用するセル作動サブ計画を含む第5の運用サブ計画を作成する。

【0222】

6 パラグラフ上で述べたシステムにおいては、前記少なくとも1つの制御ステーションは実際の動作の間に実際のトラフィック需要に基づき特定の通信セルに割当てられる付加的なチャンネル割当てを含むセル付加的チャンネルサブ計画を含む第6の運用サブ計画を作成する。

【0223】

30

7 パラグラフ上で述べたシステムにおいては、前記少なくとも1つの制御ステーションは特定の衛星が特定の地上ターミナルとの通信を確立するために使用する情報を含む衛星ー地上ターミナルリンク割当てサブ計画を含む第7の運用サブ計画を作成する。

【0224】

8 パラグラフ上で述べたシステムにおいては、前記少なくとも1つの制御ステーションは特定の衛星が特定の近隣衛星と通信リンクを確立するために使用する情報を含むクロスリンク割当てサブ計画を含む第8の運用計画を作成する。

【0225】

上に述べたシステムにおいては、前記少なくとも1つの制御ステーションは総合的なシステム運用計画を作成し、該総合的なシステム運用計画を管理されるべき各々の衛星資源のための資源サブ計画へと解剖し（parse）、かつ資源サブ計画を各々の衛星に対する個別運用計画に解剖する。

40

【0226】

上に述べたシステムにおいては、前記少なくとも1つの制御ステーションは総合的なシステム運用計画を作成し、該総合的なシステム運用計画を各々の衛星に対する衛星サブ計画へと解剖し、かつ前記衛星サブ計画を管理されるべき各々の衛星資源に対する個別運用計画へと解剖する。

【0227】

さらに、本明細書は、衛星資源を有する、天体の回りの非静止軌道（non-geosynchronous orbit）に配置するための複数の衛星の通信システムを開示し

50

ており、前記衛星資源は、
個々のセルラ無線機を含む複数の地上ターミナルとの通信を提供するための前記衛星における1つまたはそれ以上の送信機および受信機、
前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され、前記衛星において電磁エネルギーを受信および送信するための1つまたはそれ以上の装置、
別個の制御ステーションによって前記衛星に提供される個別運用計画を含む衛星レジデントメモリであって、前記個別運用計画は各々の衛星を所定の将来の期間の間動作させるためのものであり、前記個別運用計画は前記衛星が軌道に入った後に前記衛星レジデントメモリにロード可能なもの、
前記衛星レジデントメモリおよび前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され前記衛星レジデントメモリ内に格納された個別運用計画によって決定される様式で前記衛星を通る通信トラフィックにしたがって前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機を作動させるための衛星レジデントコントローラであって、前記衛星レジデントメモリ内の前記個別運用計画は前記天体に関する衛星の軌道位置と共に変動する前記衛星のための異なる運用または動作規則を提供するエントリを有するテーブルを備え、前記運用または動作規則は電磁エネルギーを受信しおよび送信するための前記装置の内の少なくとも1つのカバレッジフットプリント内の地上ターミナルから第1のメッセージを送信および受信するために前記衛星上の送信機および受信機によって使用される通信チャネルパラメータを具備するもの、
を具備する。

10

20

【0228】

上に述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントメモリ内の前記個別運用計画は各々の管理される衛星資源に対する資源サブ計画を具備し、前記資源サブ計画の各々は実行計画およびタイムド更新計画を含み、該タイムド更新計画は前記実行計画を予め計画された時間に修正する。

【0229】

上に述べたシステムにおいて、前記衛星内の1つまたはそれ以上の送信機および受信機は近隣の衛星間の通信を可能にし、かつ前記衛星はさらに前記1つまたはそれ以上の送信機および受信機に結合され電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも第2の装置を具備し、前記衛星レジデントメモリ内の前記動作規則は前記電磁エネルギーを受信および送信するための前記少なくとも第2の装置を使用して特定の近隣の衛星と第2のメッセージを交換するために前記衛星上の送信機および受信機によって使用されるルーティング情報を含み、それによって非近隣衛星に向けられた第2のメッセージをそのような第2のメッセージに対して予め計画されたルートに沿って前記特定の近隣衛星に導く。

30

【0230】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記別個の制御ステーションは前記衛星に対し前記個別運用計画を送信するために電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも第3の装置を具備し、前記個別運用計画は前記衛星の内のいずれかが前記別個の制御ステーションと通信を確立することが可能な場合に特定の衛星内にロード可能でありかつ前記個別運用計画は前記予め計画されたルートに沿って前記特定の衛星に導かれる。

40

【0231】

上に述べたシステムにおいて、前記カバレッジフットプリントは衛星によって前記天体の表面上に投影される1つまたはそれ以上の通信セルからなる。

【0232】

すぐ上に述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントメモリ内の前記動作または運用規則はさらに前記通信セルの中心の地理的位置を前記複数の地上ターミナルに放送するために衛星上の前記1つまたはそれ以上の送信機によって使用される情報を備えている。

【0233】

2パラグラフ上で述べたシステムにおいて、前記複数の地上ターミナルの各々は予めアクセス優先度値を割当てられており、該アクセス優先度値は前記複数の地上ターミナルの各

50

々が特定の衛星と、該特定の衛星が前記予め割当てられたアクセス優先度値にサービスを行なっている場合に、通信できるようにし、かつ前記動作規則はさらにどのアクセス優先度値に前記特定の衛星が前記通信セルの各々の中でサービスするかを含んでいる。

【0234】

3パラグラフ上で述べられたシステムにおいて、前記衛星の通信セルは予め複数の通信チャネルが割当てられておりかつ前記動作規則はさらに前記複数の通信チャネルの内のどれが各々の通信セルに割当てられるかを含んでいる。

【0235】

上に述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントメモリ内の前記動作規則はさらに特定の衛星と特定の地上ターミナルとの間で通信リンクを確立するために前記衛星レジデントコントローラによって使用される情報を含んでいる。

10

【0236】

すぐ上で述べたシステムにおいて、前記衛星レジデントコントローラによって使用される情報は前記衛星レジデントコントローラが前記特定の地上ターミナルに向けて電磁エネルギーを受信および送信するために前記1つまたはそれ以上の装置を回転させるために使用する情報を備えている。

【0237】

上に述べたシステムにおいて、前記別個の制御ステーションは前記衛星に情報を送信するために電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも第4の装置を具備する。

【0238】

20

すぐ上で述べたシステムにおいて、前記別個の制御ステーションは前記特定の衛星が空間的に前記特定の衛星が前記別個の制御ステーションと通信を確立できるように方向づけられている場合に電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも前記第4の装置を使用して前記個別運用計画を前記特定の衛星に送信することにより前記個別運用計画を特定の衛星に提供することができる。

【0239】

2パラグラフ上で述べたシステムにおいて、前記別個の制御ステーションは前記衛星のいずれか1つが前記別個の制御ステーションと通信を確立することが可能である場合に電磁エネルギーを受信および送信するための少なくとも前記第4の装置を使用して前記個別運用計画を前記衛星のいずれか1つに送信することにより前記個別運用計画を特定の衛星に提供することができ、かつ該個別運用計画は近隣の衛星の予め計画されたルートに沿って前記特定の衛星に導かれる。

30

【0240】

本明細書はさらに、1つまたはそれ以上の地上ターミナルおよび1つまたはそれ以上の衛星を具備するセルラ通信システムを開示しており、該システムにおいては特定の衛星が特定の地上ターミナルによって送信されるデータに付加されたヘッダ情報を評価し、かつ前記特定の衛星はさらに、前記ヘッダ情報に基づき、前記データを他の衛星に導くべきかあるいは他の地上ターミナルに導くべきかを決定する。

【0241】

上に述べたシステムにおいて、特定の衛星が前記ヘッダ情報を評価して前記ヘッダ情報が特定の有効なアクセスコードを含むか否かを判定し、それによって前記ヘッダ情報が前記特定の有効なアクセスコードを含まない場合に、前記特定の衛星が前記ヘッダ情報に付加されたデータを他の衛星または他の地上ターミナルへ導かないようにする。

40

【0242】

上に述べたシステムにおいて、特定の衛星が前記ヘッダ情報を評価して前記ヘッダ情報が前記特定の衛星によって現在サービスを受けている特定のアクセス優先度を含むか否かを決定し、それによって前記ヘッダ情報が前記特定のアクセス優先度を含まない場合に、前記特定の衛星が前記ヘッダ情報に付加されたデータを他の衛星または他の地上ターミナルに導かないようにする。

【0243】

50

【発明の効果】

したがって、本発明によれば、衛星セルラ通信システムの資源を人手に頼ることなくコンピュータにより効率よく、迅速に管理することが可能になる。

【0244】

さらに、本発明によれば、資源分析および管理が可能な限り自動化されるので、サービス要求の変化に対しリアルタイムで応答可能な資源管理システムが実現できる。この場合、自動化された管理は通信衛星の集団および関連する地上ステーションの限られた資源の使用を迅速に計画できる点で極めて望ましいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】衛星をベースとしたセルラ通信システムを概略的に示す説明図である。

10

【図2】衛星をベースとしたセルラ通信システムに関連する通信リンクを示す概略的説明図である。

【図3】本発明に係わるシステムにおいて使用される衛星の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明に係わるシステムにおいて使用される加入者ユニットを示すブロック図である。

【図5】本発明に係わるシステムにおいて使用されるシステム制御セグメント地上制御ステーションを示すブロック図である。

【図6】本発明に係わるシステムにおいて使用されるゲートウェイ地上制御ステーションを示すブロック図である。

20

【図7】本発明に係わるシステムにおいて使用されるゲートウェイのブロック図である。

【図8】本発明に係わるシステムにおいて使用されるシステム制御セグメントを示すブロック図である。

【図9】本発明に係わるネットワーク資源を管理するための方法を示すフローチャートである。

【図10】本発明に係わるシステム計画要素を示す説明的ブロック図である。

【図11】本発明に係わるシステムの各々のシステムノード内の現在の計画の実行を監視する方法を示すフローチャートである。

【図12】本発明に係わるシステム制御セグメント内の現在の計画の実行を監視するための方法を示すフローチャートである。

30

【図13】本発明に係わるシステム計画を発生するための方法を示すフローチャートである。

【図14】本発明に係わるセル作動計画のための方法を示すフローチャートである。

【図15】本発明に係わるアップリンク割当てを計画するための方法を示すフローチャートである。

【図16】本発明に係わるノードのルーティングを選択するための方法を示すフローチャートである。

【図17】本発明に係わるシステム計画実行を監視する方法を示すフローチャートである。

【図18】本発明に係わるシステムにおける実行テーブルおよびタイムド更新コマンドテーブルを示す説明図である。

40

【符号の説明】

10 セルラ通信システム

12 衛星

14 軌道

22 ゲートウェイ

24 システム制御セグメント地上通信ステーション (SCS-GCS)

26 加入者ユニット

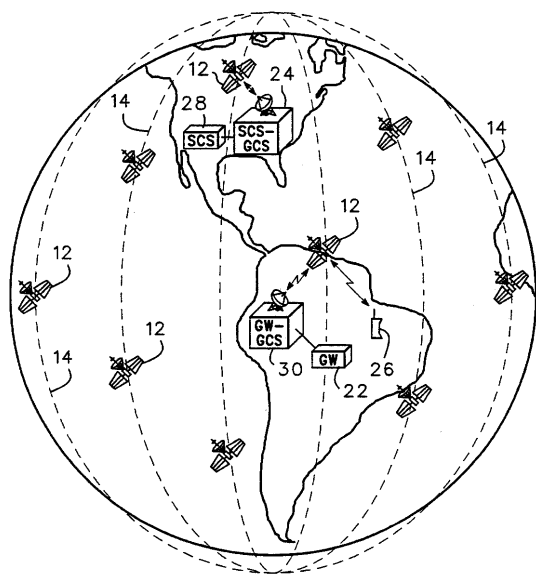
28 システム制御セグメント

30 ゲートウェイ地上通信ステーション

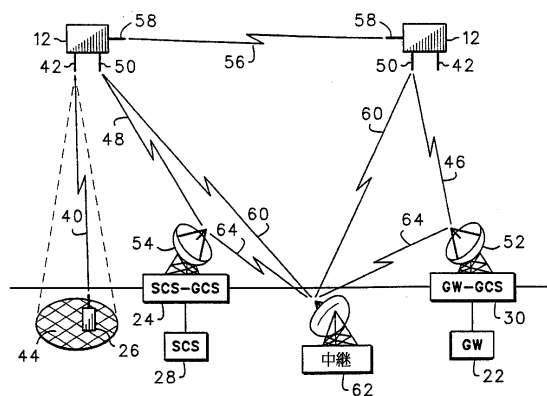
50

4 0	加入者リンク	
4 2	セルラ加入者アンテナ	
4 4	セル	
4 6	フィーダリンク	
4 8	制御リンク	
5 0	衛星ダウンリンクアンテナ	
5 2	G W－G C S アップリンクアンテナ	
5 6	クロスリンク	
5 8	クロスリンクアンテナ	
6 0	中継リンク	10
6 2	中継装置	
6 4	中継地上リンク	
8 0	クロスリンク送信機	
8 2	クロスリンク受信機	
8 4	加入者送信機	
8 6	加入者受信機	
8 8	ダウンリンク送信機	
9 0	ダウンリンク受信機	
9 2	衛星レジデントコントローラ	
9 4	衛星レジデントメモリ	20
9 6	衛星ソーラーパネル	
9 8	衛星バッテリー	
1 1 0	S U アンテナ	
1 1 2	S U 送信機	
1 1 4	S U 受信機	
1 1 6	通信プロセッサ	
1 1 8	S U レジデントメモリ	
1 3 0	S C S－G C S R F 送受信機	
1 3 2	S C S インタフェース	
1 3 4	S C S－G C S レジデントメモリ	30
1 3 6	S C S－G C S レジデントプロセッサ	
1 5 0	G W－G C S R F 送受信機	
1 5 2	G W インタフェース	
1 5 4	G W－G C S レジデントメモリ	
1 5 6	G W－G C S レジデントプロセッサ	
1 7 0	G W レジデントコントローラ	
1 7 2	P S T N 型インタフェース	
1 7 4	G W－G C S インタフェース	
1 7 6	G W レジデントメモリ	
1 9 0	S C S レジデントコントローラ	40
1 9 2	S C S レジデントメモリ	
1 9 4	S C S－G C S インタフェース	

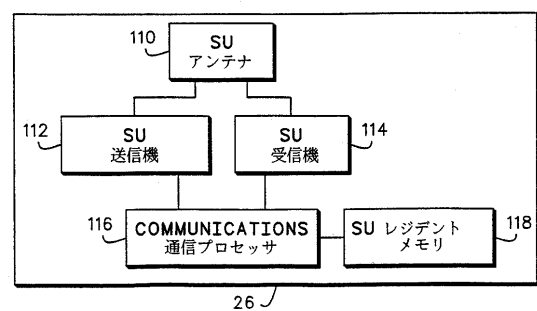
【図 1】



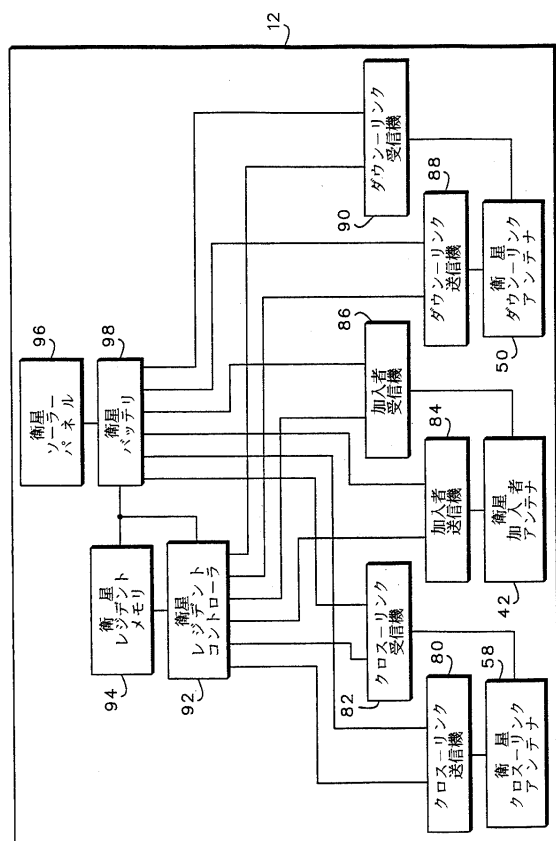
【図 2】



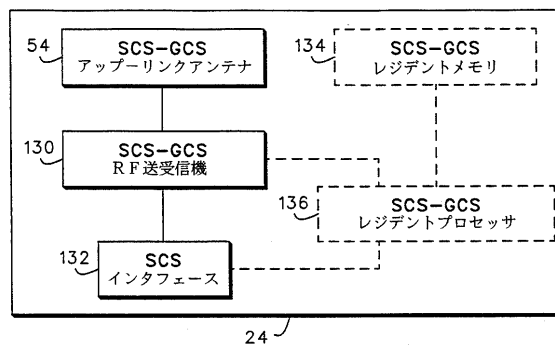
【図 4】



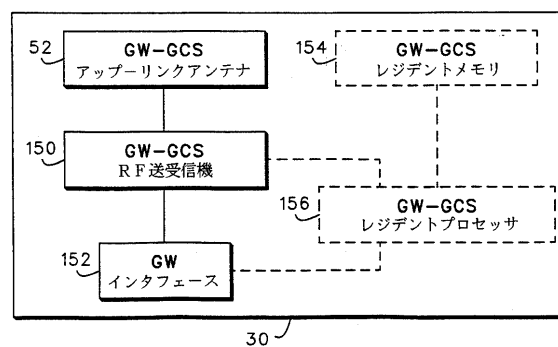
【図 3】



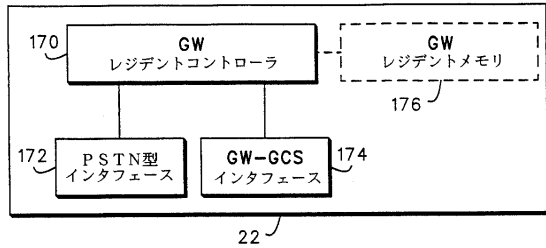
【図 5】



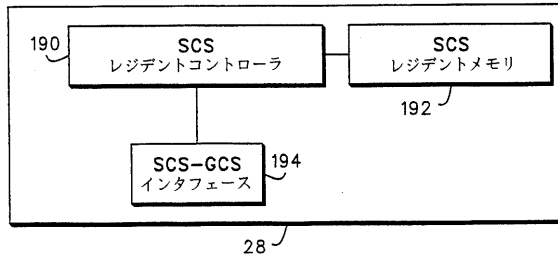
【图 6】



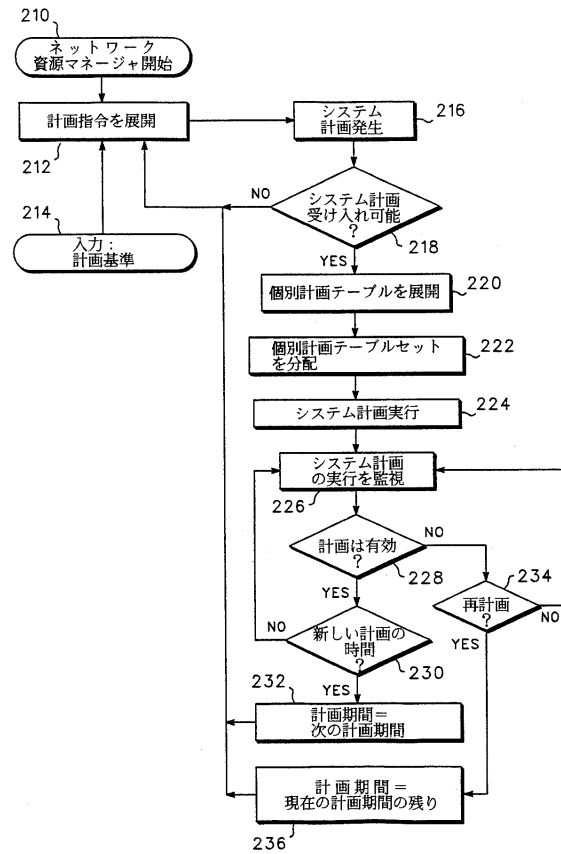
【図 7】



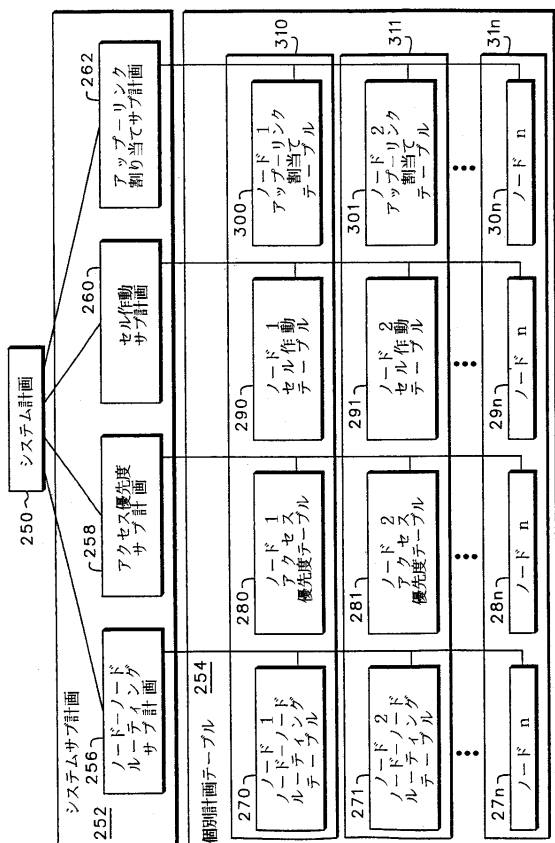
【図 8】



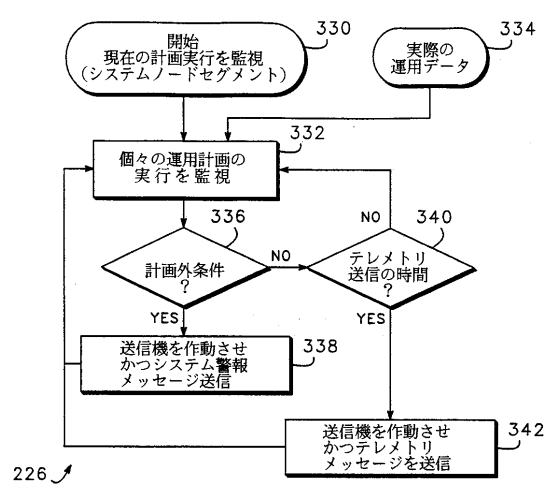
【図 9】



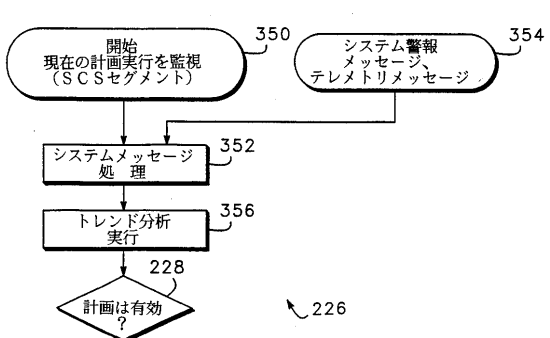
【図 10】



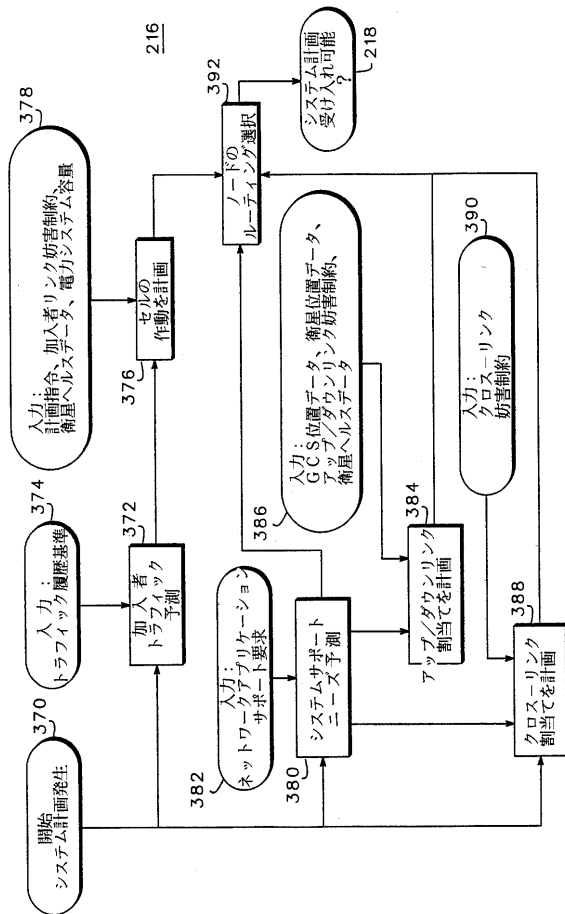
【図 11】



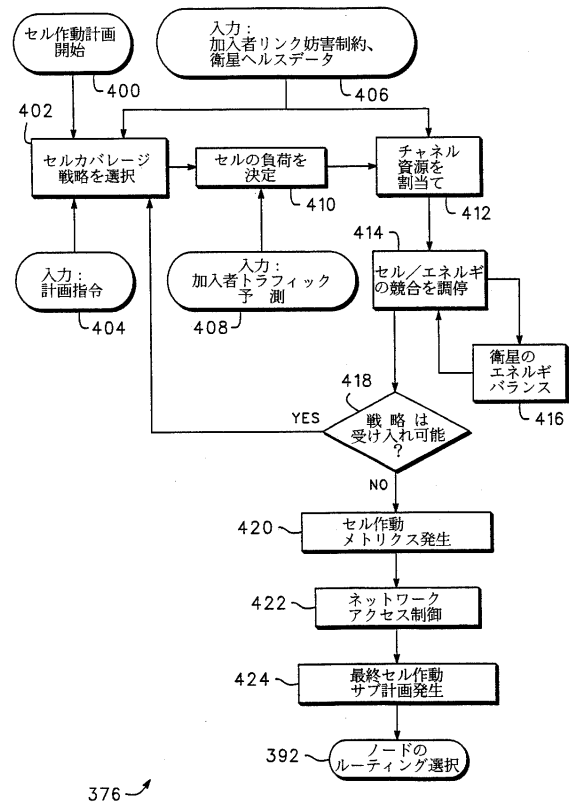
【図 12】



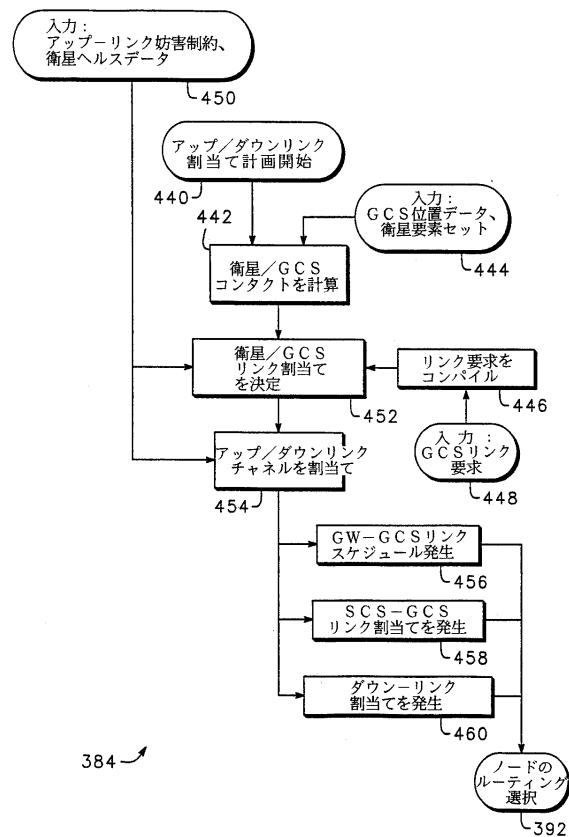
【図 13】



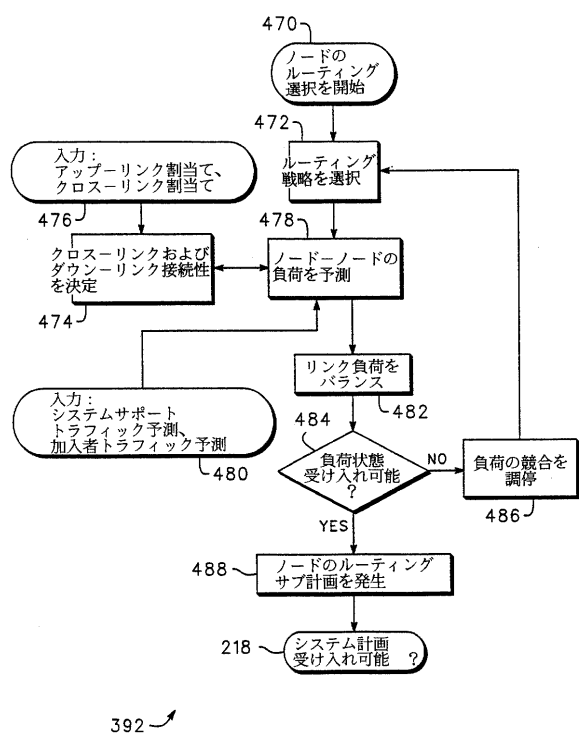
【図 14】



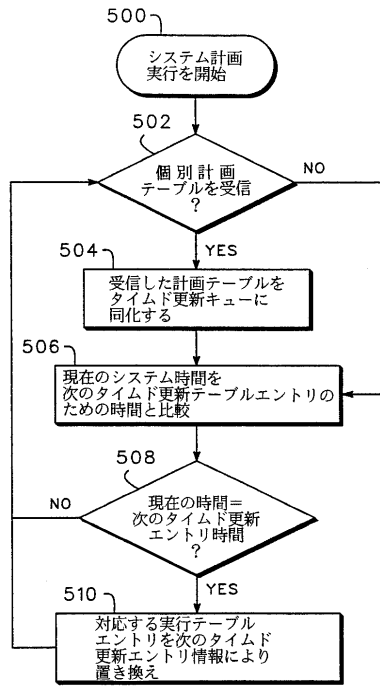
【図 15】



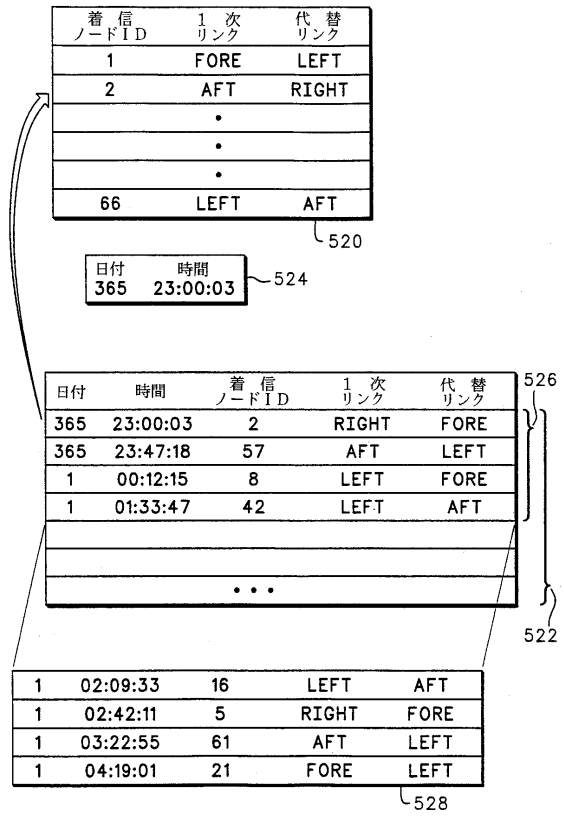
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平02-076356 (JP, A)

特開平05-110482 (JP, A)

特開平05-284072 (JP, A)

野田和生、他、衛星通信ネットワーク管理システム、東芝レビュー、日本、株式会社東芝、1990年 9月 1日、45巻9号、702-705

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H04B 7/14-7/26

H04Q 7/00-7/38