(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3623510号
(P3623510)
(45)発行日　平成17年2月23日(2005.2.23)　(24)登録日　平成16年12月3日(2004.12.3)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H04Q 9/00　H04Q 9/00 311H

請求項の数 17 (全 80 頁)

(21)出願番号　特願平7-529949
(86)(22)出願日　平成6年9月22日(1994.9.22)
(65)公表番号　特表平10-500814
(43)公表日　平成10年1月20日(1998.1.20)
(86)国際出願番号　PCT/CA1994/000533
(87)国際公開番号　WO1995/032595
(87)国際公開日　平成7年11月30日(1995.11.30)
審査請求日　平成13年9月5日(2001.9.5)
(31)優先権主張番号　247,988
(32)優先日　平成6年5月23日(1994.5.23)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者
イトロン・インコーポレイテッド
アメリカ合衆国９９２１６―１８９７ワシントン州スポケイン、ノース・サリバン・ロード２８１８番
(74)代理人
弁理士　青山　葆
(74)代理人
弁理士　河宮　治
(72)発明者　ジョンソン，デニス・エフ
カナダ、アール３ビー・０アール３、マニトバ、ウイニペグ、ウイロー・アベニュー２０番

最終頁に続く

(54)【発明の名称】遠隔データ生成局用通信プロトコル

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
階層化ネットワークにおいて互いにリンクされている中間データ端末（IDT）、複数の遠隔セル・ノード（RCN）および複数のネットワークサービスモジュール（NSM）の間でデータ通信を行う方法にして、それぞれが複数のチャネルを持つ複数のフレームを利用する単一のRFチャンネルを時分割多重化（TDM）することを特徴とし、前記各チャンネルが複数のスロットを有すると共に、各スロットが、階層化ネットワークにおける複数のリンクのタイプから指定されたリンクのタイプと通信する時間を定めるようになっているデータ通信方法であって、
中間データ端末から複数の遠隔セル・ノードへとフレームの同期化チャンネルにおける第１スロットでIDT同期化信号を送信するステップと、
中間データ端末から第１遠隔セル・ノードへとフレームの第２チャンネルにおける第１スロットで、第１ポーリング信号を前記IDT同期化信号と同期して送信するステップと、
複数の遠隔セル・ノードのそれぞれにおいて前記IDT同期化信号を受信するステップと、
複数の遠隔セル・ノードのそれぞれにおいて、IDT同期化信号の受信に応答してそれぞれのRCNタイミング回路をIDT同期化信号に同期化するステップと、
第１遠隔セル・ノードにおいて前記第１ポーリング信号を受信するステップと、
第１遠隔セル・ノードから中間データ端末へとフレームの第３チャンネルの第２スロットで、前記IDT同期化信号と同期化すると共に、第１ポーリング信号に応答してRCNパケット信号を送信するステップと、

無線波を利用して各遠隔セル・ノードから複数のネットワークサービスモジュールへと、フレームの同期化チャンネルの第２スロットでRCN同期化信号をIDT同期化信号の受信、同期化に応答して送信するステップと、
各ネットワークサービスモジュールにおいてRCN同期化信号を受信するステップと、
各ネットワークサービスモジュールにおいて、前記RCN同期化信号の受信に応答してそれぞれのNSMタイミング回路をRCN同期化信号に同期化させるステップと、
第１ネットワークサービスモジュールにおいて第１物理的装置からデータを収集するステップと、
第１ネットワークサービスモジュールから少なくとも一つの遠隔セル・ノードへと、無線波を利用してフレームの第４チャンネルの第３スロットで、第１物理的装置からの前記データを含む第1NSMパケット信号を、IDT同期化信号に同期化されたRCN同期化信号の受信、同期化に応答して送信するステップとからなるデータ通信方法。

【請求項２】
請求項１に記載の方法であって、
IDT同期化信号と同期化されてフレームの第５チャンネルの第４スロットで第１遠隔セル・ノードから第２ネットワークサービスモジュールへと命令信号を送信するステップと、
RCN同期化信号に同期化されていると共に、前記命令信号に応答して、無線波を利用してフレームの第６チャンネルの第５スロットで第２ネットワークサービスモジュールから第１遠隔セル・ノードへと第2NSMパケット信号を送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。

【請求項３】
請求項１に記載の方法であって、
第１遠隔セル・ノードにおいて第1NSMパケット信号を受信するステップと、
第１遠隔セル・ノードで前記第1NSMパケット信号を記憶するステップと、
IDT同期化信号に同期化して、中間データ端末から第１遠隔セル・ノードへとフレームの第２チャンネルの第１スロットで第２ポーリング信号を送信するステップと、
第１遠隔セル・ノードにおいて前記第２ポーリング信号を受信するステップと、
IDT同期化信号と同期化すると共に、第２ポーリング信号に応答してフレームの第３チャンネルの第２スロットで第１遠隔セル・ノードから中間データ端末へと複数の記憶されているNSMパケット信号をRCNパケット信号として送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。

【請求項４】
請求項１に記載の方法であって、各リンクのタイプが、更新可能なチャンネル割当てテーブルに指定されていることよりなるデータ通信方法。

【請求項５】
請求項１または３に記載の方法であって、
中間データ端末においてRCNパケット信号を受信するステップと、
フレームの第５チャンネルの第４スロットで中間データ端末から第１遠隔セル・ノードへとRCNパケット信号の受信に応答して了解信号を送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。

【請求項６】
請求項１に記載の方法であって、
フレームのリアルタイム要請チャンネルで中間データ端末から第１ネットワークサービスモジュールへと一群の要求されているデータに対するIDTリクエストを送信するステップと、
第１ネットワークサービスモジュールにてIDTリクエストを受信するステップと、
IDTリクエストに応答してリアルタイムにて第１ネットワークサービスモジュールから中間データ端末へと一組の要求されているデータを送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。

【請求項７】

請求項１に記載の方法であって、
フレームの同期化チャンネルの第３スロットで中央データ端末から中間データ端末へCDT同期化信号を送信するステップと、
中間データ端末でCDT同期化信号を受信するステップと、
IDT同期化信号の受信に応答してIDTタイミング回路をCDT同期化信号に同期させるステップとを更に設けてなるデータ通信方法。
【請求項８】
請求項７に記載の方法であって、
中央データ端末から中間データ端末へとフレームの第５チャンネルの第４スロットで第２ポーリング信号を送信するステップと、
中間データ端末で第２ポーリング信号を受信するステップと、
フレームの第６チャンネルの第５スロットで中間データ端末から中央データ端末へと、CDT同期化信号と同期化されていると共に、第２ポーリング信号に応答して、第１群のRCNパケット信号をIDTパケット信号として送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。
【請求項９】
請求項８に記載の方法であって、
中央データ端末でIDTパケット信号を受信するステップと、
中央データ端末から中間データ端末へとフレームの第７チャンネルの第６スロットで了解信号をIDTパケット信号の受信に応答して送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。
【請求項１０】
請求項７に記載の方法であって、
フレームのリアルタイム要請チャンネルで中央データ端末から第１ネットワークサービスモジュールへと一群の要求されているデータに対するCDTリクエストを送信するステップと、
第１ネットワークサービスモジュールにてCDTリクエストを受信するステップと、
CDTリクエストに応答してリアルタイムにて第１ネットワークサービスモジュールから中央データ端末へと一組の要求されているデータを送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。
【請求項１１】
請求項８に記載の方法であって、
中央データ端末から第２中間データ端末へフレームの第７チャンネルの第６スロットで第３ポーリング信号を送信するステップと、
第２中間データ端末で第３ポーリング信号を受信するステップと、
第２中間データ端末から中央データ端末へとフレームの第８チャンネルの第７スロットで第２群のRCNパケット信号を第2IDTパケット信号として第３ポーリング信号に応答して送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。
【請求項１２】
請求項11に記載の方法であって、
中央データ端末で第2IDTパケット信号を受信するステップと、
中央データ端末から第２中間データ端末へとフレームの第９チャンネルの第８スロットで了解信号を第2IDTパケット信号の受信に応答して送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。
【請求項１３】
請求項１に記載の方法であって、
第１ネットワークサービスモジュールで警報状態を検出するステップと、
警報状態の検出に応答して、フレームのリアルタイム要請チャンネルで第１ネットワークサービスモジュールから中間データ端末へと警報状態を送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。

【請求項１４】
請求項７に記載の方法であって、
第１ネットワークサービスモジュールで警報状態を検出するステップと、
警報状態の検出に応答して、フレームのリアルタイム要請チャンネルで第１ネットワークサービスモジュールから中央データ端末へと警報状態を送信するステップとを更に設けてなるデータ通信方法。
【請求項１５】
請求項１に記載のものであって、前記複数のフレームが、16フレームで１サイクルを構成していることよりなるデータ通信方法。
【請求項１６】
請求項15に記載のものであって、前記複数のチャンネルが30チャンネルからなるデータ通信方法。
【請求項１７】
請求項16に記載のものであって、前記各チャンネルの間隔が１秒間であることよりなるデータ通信方法。
【発明の詳細な説明】
関連特許
この特許は、「遠隔データ生成局用階層型無線通信ネットワーク」と題する特許出願（出願番号08/124,495、出願日1993年９月22日）の一部継続特許出願から派生したものであり、当該係続特許出願は、「遠隔データ生成局用無線通信ネットワーク」と題する特許出願（出願番号07/607,573、出願日1990年２月15日）の継続特許出願にして、現在は米国特許第5,506,107号である「遠隔データ生成局用無線通信ネットワーク」と題する特許出願（出願番号07/732,183、出願日1991年７月19日）の包袋継続（FWC）特許出願に基づくものである。上記親の特許出願の最先の出願日の利益は、U.S.C.§120に従って主張されている。
発明の背景
この発明は、米国特許出願第07/732,183号に対応する国際出願公開公報WO－Ａ－93/02515号に開示されている如くの通信ネットワークにおいて遠隔データ生成局からデータを収集するためのプロトコルに関する。国際出願公開公報WO－Ａ－93/02515号に開示されている通信ネットワークは複数のネットワーク・サービス・モジュールからなり、各ネットワーク・サービス・モジュールは利用ないしその他の情報に関するデータを送信する物理的装置に取り付けられていて、遠隔セル・ノードと中間データ端末とを介して中央データ端末に通信するように構成されている。
関連技術の説明
電気、ガス、水道等に用いられる公共料金メーター用に自動メーター読取りシステムを開発し、メーター読取り担当員がメーターを調べてそれを物理的に記録する手間を省こうとする企てが、近年何度も行われてきた。このタイプのシステムの開発が企てられたことには、もちろん多くの理由がある。
先行技術システムの大部分は、大した成功を収めなかった。若干の成功を収めたか、あるいは最も広く利用されているシステムは、利用地点の既存のメーターに取り付けられた自動メーター読取り装置を持ち、送信範囲が非常に小さいかなり小型の送受信機を備えていた。この送受信機は、適当な車両に乗せて様々なところに運ばれる移動式の読取り装置によって定期的に調べられる。この移動式読取り装置は、各自動メーター読取り装置を調べ、格納されたデータを手に入れる。このアプローチは、様々な個所にこの機器を伝送する必要があり、時々（例えば、月１回）しか読取りが行えないという点で価値が限られている。
このアプローチでは、メーター読取り担当者がメーターを物理的に点検するために実際に施設の中に立ち入るのを避けるもので、そのことには若干の価値はあるが、その価値は限られている。
センターから読取りを行う代わりの案が作られたが、僅かな成功しか収めなかった。１つ

の案は、電力会社の送電線を使って通信を行う方法を用いる。従って、通信はこの回線に沿って行われ、それに対し各遠隔読取り装置のポーリングを行う。この装置は、大きな技術的困難に遭遇している。

既存の電話回線を通信に使うもう１つの案が試みられた。電話回線案は、このシステムを実施するために他の多くの関係者、とりわけ電話会社を巻き込まなければならないという大きな弱点を持っている。公益企業は、自分で完全に制御および管理できないシステムの利用に消極的なのである。

無線通信を利用するもう１つのシステムも、コネチカット天然ガス社の子会社であるデータ・ビーム社によって開発された。この方法は1986年頃に開発されたが、以後あまり注目されず、その設備は現在稼動していないと信じられている。このシステムはメーターに取り付けられるメーター読取り装置を備えており、送信アンテナがメーター読取り装置とは別にある。この送信アンテナはその建物またはその施設の別の個所にあり、かなり長い距離の伝送を行うことができる。このシステムは多数の受信装置を使用し、それぞれが、１万ないし３万という多数の送信機からデータを受信するよう編成されている。この送信機は、目的の受信局への伝送を行うために、ある程度指向的であるか、または少なくとも建物の適当な位置に配置して、伝送距離を最大にしている。この編成により、利用する受信局を最少にして、最適の費用効率を実現している。

しかしながら、建物を介して送信機と受信機にアンテナを接続するため、独立した送信アンテナに設置上のかなりの問題が生じる。送信に用いられる高いレベルの予想出力のためには、非常に高価なバッテリー・システムまたは非常に高価な配線が要求される。こうした冗長な経費を引き下げるために、その建物が利用するいくつかの公共サービスがその送信装置を共用し、例えば、送信機のコストをその建物に供給されている３つの公共サービス間に分散させるという案がある。こうした方法には、いくつかの公共会社の協力が必要である。これは非常に望ましいことだが、こうした強力は実際には難しい。

タイミングの問題を避けるために、メーター読取り装置は時間的にランダムに通信するよう決められている。しかしながら、１つの受信局に報告を行うメーター読取り装置が最大３万と極めて多数であるため、ランダムに送信される信号の間に夥しい衝突が起こる可能性がある。従って、このシステムは、提案したように、毎日あるいはもっと頻繁に信号を報告することによって、送信される信号の20％ないし50％も衝突や干渉のために失われる可能性があり、データ通信の効率が極めて低くなりかねない。出力が最大であるメーター読取り装置のところで送信機を利用するためには、同じ割当周波数を利用するシステム間の干渉防止半径を大きくする必要がある。

もう１つの無線伝送ネットワークは、ALOHAと言う。ALOHAは、数多くの放送局が１つの受信局と通信し、その放送局は、ランダムな間隔で送信を行う。ALOHAシステムでは、衝突が起きるとメッセージが失われる。この問題への解決策は、送信内容がいつ失われたかが各放送局に分かるように、受信局からの情報の再送信を監視することである。各放送局は、予め決まった疑似乱数間隔の後、失われた情報を再送信するようプログラムされている。ALOHAシステムは、受信局から情報をすぐに再送信してもらう必要があり、各放送局が受信能力を持つことも必要である。

セルラー電話ネットワークは大規模に実現されている。しかしながら、セルラー・システムでは、遠隔局が異なると、使用され割り当てられた周波数も異なる。これは、音声通信用の利用に余裕がある場合には可能だが、遠隔局監視用の余裕が比較的小さい場合、そのコストと複雑さは受け容れられない。セルラー電話の技術が、この分野では、このタイプの装置は周波数の異なる諸ネットワークを利用しなければならないという認識を生んだ。

理論的には自動のメーター読取りが大いに望ましいが、経費が大いに物を言うため、多数のメーター読取り装置の単位当たり価格が最低におさえられることが、どのシステムの採用にとっても最も重要であることは言うまでもない。高出力の送信装置、受信装置及びバッテリー・システムが高価であれば、通常、単位当たり価格は法外に高くなる。

発明の概要

この発明の一般的な目的は、複数のネットワーク・サービス・モジュールから中央データ

端末にデータを通信する通信ネットワークである。
この発明のもう１つの目的は、自動メーター読取りシステムに適した通信ネットワークである。
この発明のさらなる目的は、設置と保守が簡単で経済的な遠隔データ生成局からデータを収集する通信ネットワークである。
この発明のさらにもう１つの目的は、ネットワーク・サービス・モジュールからデータを収集するための通信ネットワークであり、これはスペクトラム効率が良く、信頼性を高め運転経費を引き下げるために固有の通信冗長性を有する。
この発明の今一つの目的は、新しいテクノロジーを取り入れ、任意の広さの連続的または非連続的地域をネットワーク・オペレータが担当できる開放型アーキテクチャ通信である。
ここで具体化し、詳しく説明しているように、この発明に従えば、中央データ端末（CDT）、複数の中間データ端末（IDT）、複数の遠隔セル・ノード（RCN）、および複数のネットワーク・サービス・モジュール（NSM）の間で広域通信ネットワーク上で通信する方法が提供される。この方法は複数のフレームを使用し、各フレームが複数のチャネルを持つ。各フレームの中で、中間データ端末が、そのフレームの第１チャネルを使って複数の遠隔セル・ノードにIDT同期信号を送信する。中間データ端末は、そのフレームの第２チャネルを使って、IDT同期信号と同期した第１ポーリング信号も複数の遠隔セル・ノードに送信する。
IDT同期信号を受信すると、複数の遠隔セル・ノードが、RCNタイミング回路をIDT同期信号に同期させる。それから、複数の遠隔セル・ノードが、IDT同期信号と同期したRCN同期信号を、そのフレームの第４チャネルを使って送信する。
RCN同期信号は、少なくとも１つのネットワーク・サービス・モジュールによって受信される。RCN同期信号を受信するネットワーク・サービス・モジュールは、NSMタイミング回路をRCN同期信号に同期させる。同期したら、ネットワーク・サービス・モジュールは、電波を使って、そのフレームの第５チャネルを使用する最低１つの遠隔セル・ノードにNSMパケット信号を送信する。ネットワーク・サービス・モジュールから遠隔セル・ノードへのこの送信は、予め決まった時間内にランダムにまたは疑似乱数時に選択される時に行うことができる。あるいは、ネットワーク・サービス・モジュールは、遠隔セル・ノードから受信する命令信号に応じて、電波を用いて、NSMパケット信号を要求する送信を行うこともできる。遠隔セル・ノードからの命令信号は、中間データ端末および／または中央データ端末からネットワーク・サービス・モジュールに命令情報を送信するためにも利用できる。この命令情報は、即時のメーター読取り、またはネットワーク・サービス・モジュールからのその他のリアルタイム応答の要求を含むことができる。
ランダムに、あるいは特定の遠隔セル・ノードからの命令信号に応答してデータを送信するほか、ネットワーク・サービス・モジュールから遠隔セル・ノードにアラーム状態を送信するためにもNSMパケット信号を利用することができる。こうしたアラーム状態には、電気的な接続の障害、不正使用の徴候であるネットワーク・サービス・モジュールの傾き、またはその他の異常な状態がありうる。これらのアラーム状態は、そのフレームのリアルタイム・チャネルを使って、リアルタイムに送信することができる。アラーム状態をネットワーク・サービス・モジュールから受信したら、遠隔セル・ノードが中間データ端末にそのアラーム状態を送信する。中間データ端末は、中央データ端末にアラーム状態を送信する。中央データ端末はアラーム状態を処理し、命令信号を使ってネットワーク・サービス・モジュールに適当な指示によって答える。
NSMパケット信号は、それを格納する少なくとも１つの遠隔セル・ノードによって受信される。各遠隔セル・ノードは、多数のネットワーク・サービス・モジュールから多数のNSMパケット信号を受信する。多数のネットワーク・サービス・モジュールは、複数のネットワーク・サービス・モジュールのサブセットである。各遠隔セル・ノードは、多数のネットワーク・サービス・モジュールから受信したNSMパケット信号を格納する。中間データ端末がそのフレームの第２チャネルを使って送信した第１ポーリング信号を受信すると

、遠隔セル・ノードは、そのフレームの第３チャネルを使ってRCNパケット信号としてそのNSMパケット信号を格納する。
RCNパケット信号は、そのフレームの第３チャネル上の中間データ端末によって受信される。各中間データ端末は、多数の遠隔セル・ノードから多数のRCNパケット信号を受信する。そして、この多数のRCNパケット信号が中間データ端末に格納される。そのフレームの第６チャネルを使って中央データ端末が送信した第２ポーリング信号を受信すると、中間データ端末は、そのフレームの第７チャネルを使って、格納したRCNパケット信号をIDTパケット信号として送信する。IDTパケット信号は、そのフレームの第７チャネル上で中央データ端末によって受信される。
あるいは、ここで具体化し、詳しく説明している発明の方法は、複数の中間データ端末なしで実施することもできる。その場合、中央データ端末は、中間データ端末が他の方法で果たす役割と機能を引き受ける。
ここで詳述する広域通信ネットワークは、ある地域内にある複数の物理装置によって生成されるNSMデータを収集する。この物理装置は、例えば、電気、ガス、または水道に用いられる公共料金メーターであってよい。各ネットワーク・サービス・モジュールは、それぞれの物理装置に接続される。
ネットワーク・サービス・モジュール（NSM）には、NSM受信手段、NSM送信手段、NSMプロセッサ手段、NSMメモリ手段、およびアンテナがある。NSM受信手段はオプションで、第１搬送周波数または第２搬送周波数で命令信号を受信する。好ましい動作モードでは、NSM受信手段が、スペクトラム効率のために、第１搬送周波数で命令信号を受信する。広域通信ネットワークは、１つの搬送周波数、つまり第１搬送周波数、を使ってしか稼動できない。命令信号を使うと、NSM送信手段の発振器が遠隔セル・ノードの周波数にロックし、ドリフトの補正を行うことができる。合図データは、命令信号を使って、遠隔セル・ノードからネットワーク・サービス・モジュールに送信することもできる。
NSMプロセッサ手段は、物理装置からのデータをデータのパケットに編成し、そのデータをNSMメモリ手段に転送し、NSM送信機の第１搬送周波数を調節するために受信した命令信号を使用する。NSMデータには、メーターの読取り値、利用時間、およびその他の情報または複数のセンサからのステータスを含むことができる。NSMプロセッサ手段は、ある地域の全てのネットワーク・サービス・モジュールについて、ネットワーク・サービス・モジュールが担当する、対応する全公共料金メーターまたはその他の装置を読み取るようプログラムすることができる。NSMプロセッサ手段は、ある時間（例えば１日）中、予め決まった間隔（例えば15分ごと）で最大消費量を読み取るようプログラムすることもできる。NSMメモリ手段は、物理装置から得たNSMデータを格納する。NSMプロセッサ手段は、ある時間（例えば１日）における、センサの読取り値またはレベルの最大値と最小値を追跡し、格納するようプログラムすることができる。
NSM送信手段は、NSMパケット信号として物理装置からのそれぞれのNSMデータを、第１搬送周波数で送信する。NSMパケット信号は、予め決まった時間内にランダムにまたは疑似乱数式に（つまり一方向ランダム・アクセス・プロトコルを使って）選択した時間に、NSMプロセッサ手段が送信する。NSM送信機には、その送信搬送周波数を制御するためのシンセサイザーまたはそれと同等の回路がある。NSM送信手段はNSMパケット信号を多方向に送信するアンテナに接続される。
複数の遠隔セル・ノードがその地域内にあって、その間隔は大体一様である。モデル化された各ネットワーク・サービスがいくつかの遠隔セル・ノードを持つある範囲内に存在し、各遠隔セル・ノードが多数のネットワーク・サービス・モジュールからNSMパケット信号を受信できるような間隔をとっている。少なくとも２つの遠隔セル・ノードによってそれぞれのネットワーク・サービス・モジュールからの信号が受信できるような間隔を、遠隔セル・ノードがとるのが好ましい。各遠隔セル・ノード（RCN）には、RCN送信手段、RCN受信手段、RCNメモリ手段、RCNプロセッサ手段、およびアンテナがある。RCN送信手段は、第１搬送周波数または第２搬送周波数で、合図データを持つ命令信号を送信する。RCN送信手段からの命令信号の送信はオプションで、NSM受信手段が、前述したようにネット

ワーク・サービス・モジュールで使われている場合にのみ使用される。
RCN受信手段は、多数のネットワーク・サービス・モジュールから送信されるNSMパケット信号を第１搬送周波数で受信する。各NSMパケット信号は、予め決まった時間内にランダムにまたは疑似乱数式に選択される時間に送信されるため、通常、異なる時点で受信される。この多数のネットワーク・サービス・モジュールは、通常、複数のネットワーク・サービス・モジュールのサブセットである。RCN受信手段は、中間データ端末からポーリング信号の受信も行い、これらが中間データ端末によってポーリングされると、隣接する遠隔セル・ノードで聴取またはイーブスドロップ（傍受）する。
RCNメモリ手段は、受信した多数のNSMパケット信号を格納する。RCNプロセッサ手段は、ネットワーク・サービス・モジュールから受信したNSMパケット信号を照合し、NSMパケット信号の複製を識別し、複製したNSMパケット信号を削除する。ポーリング信号が中間データ端末から送信された場合、RCN送信手段は、格納された多数のNSMパケット信号をRCNパケット信号として、第１搬送周波数で送信する。
第１遠隔セル・ノードが中間データ端末によって第１ポーリング信号でポーリングされた場合、隣接する遠隔セル・ノードが、第１遠隔セル・ノードによって送信されたRCNパケット信号を受信する。中間データ端末から受信確認信号を受信すると、隣接するセル・ノードにおいて、それぞれのRCNプロセッサ手段が、RCNパケット信号の中で第１遠隔セル・ノードから中間データ端末に送信されたメッセージと同じメッセージ識別番号を持つ、ネットワーク・サービス・モジュールから受信したそれぞれのRCNメモリ手段メッセージ、つまりNSMパケット信号を削除する。
複数の中間データ端末がある地域内にあり、その地域を覆うグリッドを形成するようにその間隔がとられている。各中間データ端末には、IDT送信手段、IDTメモリ手段、IDTプロセッサ手段、及びIDT受信手段がある。IDT送信手段には、搬送周波数を制御するシンセサイザーまたはそれと同等の回路があるので、IDT送信手段は、搬送周波数を変更することができる。IDT送信手段は、第１搬送周波数または第２搬送周波数で、複数の遠隔セル・ノードに対して、第１ポーリング・アクセス・プロトコルを使って、第１ポーリング信号送信を行うのが好ましい。第１ポーリング信号を遠隔セル・ノードで受信すると、その遠隔セル・ノードは、そのポーリング信号を送信した中間データ端末にRCNパケット信号を送信することによって応答する。その中間データ端末がRCNパケット信号をうまく受信すると、IDT送信手段が、遠隔セル・ノードに受信確認信号を送信する。各中間データ端末は、多数の遠隔セル・ノードから多数のRCNパケット信号を受信する。この多数の遠隔セル・ノードは、通常、複数の遠隔セル・ノードのサブセットである。
IDT受信手段は、ポーリングされた遠隔セル・ノードから、第１搬送周波数で送信されたRCNパケット信号を受信する。従って、多数の遠隔セル・ノードをポーリングした後、IDT受信手段は、多数のRCNパケット信号を受信する。
IDTメモリ手段は、受信したRCNパケット信号を格納する。IDTプロセッサ手段は、多数の遠隔セル・ノードから受信したRCNパケット信号に埋め込まれたNSMパケット信号を照合し、NSMパケット信号の複製を識別し、複製のNSMパケット信号（つまり、同じメッセージ識別番号を持つネットワーク・サービス・モジュールからのメッセージ）を削除する。中央データ端末からの第２ポーリング信号に応答して、IDT送信手段は、中央データ端末へのIDTパケット信号として、格納した多数の受信RCNパケット信号を送信する。
今具体化している現在の発明では必要はないが、遠隔セル・ノードが隣接する遠隔セル・ノードに対して行うイーブスドロップについて説明したのと同じようにして、中間データ端末は、隣接する中間データ端末に対してイーブスドロップをすることができる。こうした中間データ端末のイーブスドロップは、中央データ端末に非重複データを送信する前に、複製のNSMデータを識別し、そのデータを除去するための追加的手段として役立つ。
中央データ端末（CDT）には、CDT送信手段、CDT受信手段、CDTプロセッサ手段、及びCDTメモリ手段がある。CDT送信手段は、中間データ端末それぞれに、第２ポーリング・アクセス・プロトコルを使って第２ポーリング信号を逐次的に送信する。CDT受信手段は、複数のIDTパケット信号を受信する。中央データ端末、中間データ端末、および遠隔セル・

ノードは、無線周波数帯、電話チャネル、光ファイバー・チャネル、ケーブル・チャネル、またはその他の通信媒体によって接続することができる。CDTプロセッサ手段は、複数のIDTパケット信号を複数のNSMデータとしてデコードする。CDTプロセッサ手段は、NSMデータの複製の識別や、複製のNSMデータの削除も行う。CDTメモリ手段は、NSMデータをデータベースに格納する。

この発明のその他の目的と利点のうち、あるものは後の記述において説明するが、あるものはその記述から明白であるか、あるいはこの発明の実践から学ぶことができる。公開しているこの発明は、メーターまたは他の測定器を用いてある資源の使用量を測定する必要のある任意のアプリケーションに使えるよう改造することができる。この発明の目的と利点は、後でまとめた請求範囲の中で特に指摘した手段と組合せによっても実現し達成することができる。

【図面の簡単な説明】

添付図面は当該明細書に含まれかつその一部を構成するものであり、本発明の原理を説明するための説明とともに、本発明の好ましい実施例を図示する。

図１は、階層型通信ネットワークの構造を図解している。

図２は、ネットワーク・サービス・モジュールのブロック図である。

図３は代表的なNSMデータ・パケットである。

図４はリストで、この通信ネットワークがサポートする代表的なアプリケーションである。

図５は、ネットワーク・サービス・モジュールを図式的に示した図である。

図６は、検出装置のついた電気料金メーターの前面の正面図である。

図７は、電気料金メーターの下面の平面図である。

図８は、ネットワーク・サービス・モジュールが得た情報の典型的な印刷出力を図示したものである。

図９は、遠隔セル・ノードのブロック図である。

図10は、中間データ端末のブロック図である。

図11は、中央データ端末のブロック図である。

図12は、広域に区切られた地域を担当する通信ネットワークの構成である。

図13は、担当する地域の数が徐々に増加する通常の通信ネットワークである。

図14は、広域通信ネットワーク用の双方向フレーム構造を図解したものである。

図15は、サブチャネル構造の例である。

図16は、一般的なスロット構造を図解したものである。

図17は、データ・スロット・チャネルを記述したものである。

図18は、同期チャネル・スロットを図解したものである。

図19は、同期チャネルにおけるIRSスロットを図解したものである。

図20は、IISサブチャネルを図解したものである。

図21は、同期チャネルにおいてRNSスロットを満たすために用いるフィールド・シーケンスを図解したものである。

図22は、同期チャネルにおけるRNSスロットの最後の部分を図解したものである。

図23は、同期チャネルにおけるRNHスロットを図解したものである。

図24は、冗長性の各種形式を図解したものである。

図25は、HDLCデータ・リンク・フレーム・フォーマットを図解したものである。

図26は、IRDデータ・リンク・パケット構造を図解したものである。

図27は、RIRデータ・リンク・パケット構造を図解したものである。

図28は、未使用のスロットが24ビットのIRHデータ・ライン・パケット構造を図解したものである。

図29は、NRRデータ・リンク・パケット構造を図解したものである。

図30は、未使用のスロットが64ビットのRIQデータ・パケット構造である。

図31は、クラス・アドレス・データ・リンク・パケット構造に対するRNDブロードキャストを図解したものである。

図32は、個々のアドレスおよび逆方向ポーリング・データ・リンク・パケット構造に対するRNDブロードキャストを図解したものである。
図33は、RNCブロードキャスト特別アプリケーション制御データ・リンク・パケット構造を図解したものである。
図34は、ネットワークおよび物理層との相互作用を示している。
図35は、ノード識別を図解している。
図36は、階層アドレス指定および選択式／非選択式ネットワーク・サービス・モジュールの例である。
図37は、ブロードキャスト・メッセージの共通フィールドを示している。
図38は、利用時間テーブルと、クラス・アドレスに対するスケジュール・ブロードキャストの例である。
図39は、個々のアドレスへのサービス再接続ブロードキャストの例である。
図40は、ネットワーク・サービス・モジュールに対する逆方向ポーリング・メッセージの伝送を図解している。
図41は、データ・ライン・パケットのコンテクストにおけるNRRネットワーク・メッセージ構造である。
図42は、データ・ライン・パケットのコンテクストにおけるクラス・アドレスへのRNDブロードキャストのメッセージ・フォーマットを図解している。
図43は、データ・ライン・パケットのコンテクストにおける、個々のアドレスへのRNDブロードキャストと逆方向ポーリング・ネットワークのメッセージ・フォーマットを図解している。
図44は、データ・リンク・パケットのコンテクストにおいてCATエントリの分配に用いられるネットワーク・メッセージ・フォーマットを図解している。
図45は、サブチャネル指定子のフォーマットを図解している。
図46は、データ・リンク・パケットのコンテクストにおいて、NSMメッセージを送信するために用いられるRIRネットワーク・メッセージ・フォーマットを図解している。
図47は、データ・リンク制御フィールドを構成するRIRネットワーク・メッセージ・サブフィールドを図解している。
図48は、遠隔セル・ノード・ステータス・フィールドを構成するサブフィールドを図解している。
図49は、RIRに従ってNSMメッセージスの上限を示している。
図50は、データ・ライン・パケットのコンテクストにおけるIRHネットワーク・メッセージ・フォーマットを図解している。
図51は、SACフィールドを構成するサブフィールドを図解している。
図52は、遠隔セル・ノードにNSMブロードキャスト・メッセージを伝送するためのRIDネットワーク・メッセージ・フォーマットを図解している。
図53は、各種IRDフィールドを構成するサブフィールドを図解している。
図54は、遠隔セル・ノードにNSM逆方向ポーリング・メッセージを送るためのIRDネットワーク・メッセージ・フォーマットを図解している。
図55は、図54のIRDメッセージのparmフィールドを構成するサブフィールドを図解している。
図56は、データ・リンク・パケットのコンテクストにおいて中間データ端末からサービスを要求するために用いるRIQメッセージ・フォーマットを図解している。
図57は、メッセージ・プライオリティ（優先度）の一覧を示している。
図58は、中央データ端末ネットワーク・コントローラの基本データ・フロー図を示している。
図59は、特定のプロトコルと互換性のある命令メッセージ・フォーマットを図解している。
図60は、１つの近隣ネットワークのサービス・トラフィックを図解している。
図61は、理論的ネットワーク容量のほぼ16％を表す近隣ネットワーク・トラフィックの例

である。
図62は、並列にポーリングされる領域の広域の区分を示すスペース分割多重化を図解している。
図63は、並列ポーリング・ゾーンを示す振幅分割多重化を図解している。
図64は、全ての近隣ネットワークの対応する象限が並列にポーリングされた指向性多重化を図解している。
図65は、各ゾーンが交互に異なる分極化に作用し、各ゾーンの角の領域で干渉が起きる分極多重化を図解している。
図66は、６角セルを使ったSDMPを図解している。
図67は、IDTポーリング・プロトコルの比較を図示している。
図68は、DAチャネルのスロット指定を改訂した標準チャネル・スロット指定の比較を示している。
図69は、確定的通信をサポートするために対で利用し、指向性多重化の場合には近隣の４つの象限を順次にカバーするリアルタイム・チャネルの構成を示している。
図70は、DAアプリケーションの種々のチャネル／フレーム構造の性能比較を示している。
図71は、DA機能にリアルタイム・チャネルを用いたフレーム構成を図解している。
図72は、割り振ったD/Aスロットを用いたフレーム構成の１つの場合を図解している。
好ましい実施例の詳細な説明
いま、この発明の好ましい実施例を参照し、その例を添付の図面に図示し、ここで、同じ参照番号は、いくつかの図を介して同様の構成要素を示す。
広域通信ネットワークは、複数のネットワーク・サービス・モジュールから中央データ端末にデータを通信する。広域通信ネットワークは、ある地域内にある複数の物理装置によって生成されたNSMデータを収集する。広域通信ネットワークは、図１に具体的に示すように、複数のネットワーク・サービス・モジュール、複数の遠隔セル・ノード112、複数の中間データ端末114、および中央データ端末120から成る階層型通信構造を持つ階層型ネットワークである。この物理的装置は、例えば電気、ガス、または水道に用いられる公共料金メーターである。
中央データ端末はネットワークの動作を制御する。このネットワークのあらゆる層にインテリジェンスが存在し、それにより、中央データ端末の仕事量を軽減する。各モジュールが持つインテリジェンス（情報量）は、そのモジュールのアプリケーションの関数である。
ネットワーク・サービス・モジュール
情報は、図１の広域通信ネットワークの最低レベルで獲得され、ネットワーク・サービス・モジュール110はデータ獲得の役目を果たす。ネットワーク・サービス・モジュール110には、電気、ガス、および水道のメーター・サービス・モジュール、サービス切断モジュール、負荷管理モジュール、アラーム監視モジュール、または広域通信ネットワークとともに利用できる他の任意のモジュールがある。ネットワーク・サービス・モジュールは、自動販売機、公衆電話等、遠隔データの収集が望ましい他の任意の用途に利用できる。
ネットワーク・サービス・モジュール110は、通常928MHz－952MHzの帯域や、902MHz－912MHz及び918MHz－928MHzといった関連周波数帯域の高周波数電波チャネルを介して広域通信ネットワークに接続される。無線通信を利用すると、ネットワーク・サービス・モジュールに物理的に接続せずにすみ、電話、ケーブル・ネットワーク、電力線伝送施設といった他の通信媒体と比べると、設置コストが劇的に低下するため、これらの帯域の電波チャネルは、好ましい通信媒体である。また、高周波数帯域で稼動すると小型アンテナを使えるため、標準積算電力計の手直しが簡単になる。しかしながら、他の帯域の無線通信チャネルも同様に動作することができる。
図２に示す模範的な構成では、ネットワーク・サービス・モジュール（NSM）110には、NSM受信手段、NSM送信手段、NSMプロセッサ手段、NSMメモリ手段、およびNSMアンテナ322がある。NSM送信手段とNSM受信手段は、NSMアンテナ322に接続される。NSMプロセッサ手段は、NSM送信手段、NSM受信手段、NSMメモリ手段、および物理装置に接続される。物理装

置は、基本センサ320とその他のセンサ322、およびアプリケーション制御インターフェース324で示されている。ネットワーク・サービス・モジュールには、交流電源310とバックアップ・バッテリー電源312もある。

NSM受信手段はNSM受信機316で具体化されており、これはオプションである。NSM受信機がネットワーク・サービス・モジュールについている場合、NSM受信機316は、RCN同期信号および／または、合図データを含む命令信号を受信するために利用することができる。RCN同期信号および／または命令信号は、第１搬送周波数でも第２搬送周波数でも送信することができる。通常、第１搬送周波数は、遠隔セル・ノードに送信するためにNSM送信手段が利用する。好ましい実施例では、NSM受信機316が、スペクトラム効率のために第１搬送周波数上でRCN同期信号および／または命令信号を受信する。従って、広域通信ネットワークは、１つの搬送周波数（つまり第１搬送周波数）だけを使って動作することができる。RCN同期信号は、ローカル・クロックを更新するために時刻の参照を行い、ネットワーク・サービス・モジュールに対する周波数参照を行うことができる。管理サービス切断や負荷制御といった合図データも、命令信号を使って遠隔セル・ノードからネットワーク・サービス・モジュールに送信することができる。ネットワーク・サービス・モジュールは、命令信号によってポーリングすることができるが、一般に、こうしたポーリングは必要がなく、この発明では使用しないのが好ましい。RCN同期信号は、命令信号の一部としても、命令信号とは別の信号としても含むことができる。

NSMプロセッサ手段はNSMコントローラ314として具体化されているが、これは、物理装置からのデータをデータのパケットに編成し、NSMメモリ315として具体化されているNSMメモリ手段にデータを転送する。NSMデータという言葉は、物理装置からのデータを含むよう定義される。NSMコントローラ314は、マイクロプロセッサでも、所定の機能を果たす同等の回路でもよい。NSMコントローラ314は、NSM送信機の第１搬送周波数を調整するために、受信したRCN同期信号および／または命令信号を利用する。NSMデータには、メーターの読取り値、使用時間、および複数のセンサから得たその他の情報またはステータスが含まれる。NSMコントローラ314は、ある地域のネットワーク・サービス・モジュールごとに、そのネットワーク・サービス・モジュールが担当している対応する全ての公共料金メーターまたは他の装置を読み取るようプログラムすることができる。NSMコントローラ314は、ある時間（例えば１日）中、予め決まった間隔（例えば15分ごと）で最大消費量を読み取るようプログラムすることもできる。NSMコントローラ314は、ある時間（例えば１日）を介して、センサの最大および最小読取り値またはレベルを追跡、格納するようプログラムすることもできる。

NSMメモリ315は、物理装置からのNSMデータを格納する。NSMデータには、メーター読取りデータ、使用時間（TOU）、および複数のセンサから得たその他の情報またはステータスが含まれる。NSMメモリ315は、ランダム・アクセス・メモリでも、この分野で知られている、任意のタイプの磁気媒体による他のメモリ記憶装置でもよい。NSMコントローラ314は、NSM送信機318の第１搬送周波数を調整するために、受信したRCN同期信号および／または命令信号を使用する。

NSM送信手段は、NSM送信機318に具体化されている。NSM送信機318は、電波を使って、第１搬送周波数で、NSMパケット信号と呼ばれる簡単なメッセージ・パケットの形で物理装置からそれぞれのNSMデータを送信する。NSMパケット信号の時間は100ミリ秒だが、特定のシステム要求に応える時は他の時間を使用することができる。NSM送信機318によって送信されるNSMパケット信号は、一般フォーマットまたは固定フォーマットをとり、代表的なメッセージ・パケットは図３に図示されている。このメッセージには、プレアンブル、先頭フレーム、メッセージ・タイプ、メッセージ識別情報、サービス・モジュール・タイプ、メッセージ番号、サービス・モジュール・アドレス、データ・フィールド、エラー訂正、および終了フレームがある。

NSM送信機318は、NSMパケット信号を多方向に送信するためにNSMアンテナ322に接続されている。NSM送信機318には、シンセサイザー、圧電結晶発振器、またはその送信機の搬送周波数とスケジュールを制御するための同等の回路がある。

NSMパケット信号は、予め決まった時間内にランダムに、または疑似乱数式に（つまり、一方向ランダム・アクセス・プロトコルを使って）選択される時間に、NSMプロセッサ手段によって送信される。あるいは、NSMパケット信号は、NSMパケット信号を要求した遠隔セル・ノードから命令信号の一部として受け取ったポーリングに応答して送信することができる。ネットワークの動作を単純化し、コストを引き下げるために、ここで具体化している広域通信ネットワークは、個々のネットワーク・サービス・モジュールにポーリングしない。むしろ、各ネットワーク・サービス・モジュールが、サポートするアプリケーションに適した速度で自発的にレポートを行うのである。従って、日常的レポートは、固定の平均間隔でランダムにまたは疑似乱数式に送信されるが、アラーム信号は、アラーム状態を検出した直後に送信される。アラーム信号は、ランダムな遅延によって数回送信することができる。これにより、その地域全体の停電等において、多数のアラームが同時に発生した場合に、アラーム・メッセージ間の干渉が生じるのを防ぐことができる。

代わりの構成として、ネットワーク・サービス・モジュールを、異なる間隔で種々のタイプのメッセージを送信するようプログラムすることもできる。第１のタイプのメッセージは、累積的な使用量情報に関係づけることができる。第２のタイプのメッセージは、基本的に即座に送信されるアラーム状態に関係づけることができる。発生するアラーム状態は、不正使用や電源障害を示す電圧の不在と関係づけることができる。あまり頻繁には送信できない第３のタイプの情報は、家計情報と関係づけることができる。

送信用にデータ・パケットを作成した後、コントローラ314は、ランダムな時間、データ・パケットを保持することになっている。このランダムな時間は、例えば、任意の時点での計器ディスクの回転に基づいた疑似乱数計算といった各種乱数発生技術の方法によって計算することができる。このようにして、各ネットワーク・サービス・モジュールは、ランダムな時刻に送信を行うようになっている。コントローラ314は、予め決まった特定の沈黙時間内に送信が行われないようにするので、ネットワーク・サービス・モジュールはこの沈黙時間中に送信ができない。この沈黙時間は、８時間中１時間と定めることができる。このように、８時間経つと、ネットワーク・サービス・モジュールそれぞれが、以降の７時間のうちのランダムな時刻に送信を行い、その後の１時間が沈黙時間となる。

ネットワーク容量またはスループットは、各遠隔セル・ノード112でのメッセージ衝突の確率によって制限を受ける。全てのネットワーク・サービス・モジュール110は、１つの搬送チャネルを共用し、ランダムな時刻に送信を行うため、ある範囲の特定の遠隔セル・ノード112の中のいくつかのネットワーク・サービス・モジュール110は、遠隔セル・ノード112で衝突するNSMパケット信号によって同時に送信を行うことができる。受信した信号レベル同士が類似している場合、重なりあったメッセージが互いに干渉し、受信エラーが発生して両方のメッセージが失われる。しかしながら、一方の信号が他方よりかなり強力な場合、強力な信号が正しく受信される。さらに、両方の信号が少なくとも２つ（４つが好ましい）の遠隔セル・ノードによって受信されるため、ネットワーク・サービス・モジュールが空間的に近接していない限り、両方のメッセージが受信される確率がかなり高い。間隔Ｔの間、１つの遠隔セル・ノードを取り巻く地域内の各NSM送信機は、遠隔セル・ノードを受信できるいくつかの局に、時間Ｍにわたって、タイミングがランダムのメッセージを１つ送信する。

Ｎ＝送信機／セルの数

Ｍ＝メッセージ送信時間（秒）

Ｔ＝メッセージ間隔

P_c＝衝突の確率

P_s＝衝突しない確率

任意の送信機T_iが送信を始めると、別の送信機T_jが別の送信を完了または開始する確率は2M/Tである。

衝突が発生しない確率は１－2M/Tである。

他の送信機がＮ－１台あると、衝突しない確率P_sは、次の式で与えられる。

$$P_s = (1 - 2M/T)^{(N-1)}$$

大きなＮに対して
P_s＝（１－2M/T）^{N}
ある送信機T_iについて、間隔Ｔの間に衝突が発生する確率は、
P_c＝１－P_s＝１－（１－2M/T）^{N}
以後のAn回の試行で衝突が発生する確率は、
P_{cn}＝（P_c）^{An}
Ｍ＝.3秒、Ｔ＝８時間＝28.8x10^{3}秒に対して
P_s＝（１－2M/T）^{N}1－2.08X10^{-5}＝（.999979）^{N}

N	Ps	Pc1	Pc2	Pc3
100	.9979	.0021	4x10^{-6}	8x10^{-9}
200	.9958	.0042	1.6x10^{-5}	6.4x10^{-8}
500	.9896	.0104	10^{-4}	10^{-6}
1,000	.9794	.0206	4x10－^{4}	8x10^{-6}
2,000	.9591	.041	1.6x10^{-3}	6.8x10^{-5}
5,000	.9010	.099	9.8x10^{-3}	9.7x10^{-4}
10,000	.811	.189	3.5x10^{-2}	6.7x10^{-3}

ある遠隔セル・ノードの見地からすれば、信号レベルが受信機のノイズ・レベルを超え、従って、確実に受信されうる送信機の数N_Tは、次に依存している。
（ａ）送信機の密度
（ｂ）送信機の電力レベル
（ｃ）伝搬路損失
（ｄ）バックグラウンド・ノイズ
伝搬路損失は、地形、建物の構造、およびアンテナの位置の関数である減衰、反射、屈折、および分散現象によって大きく左右される。これらのパラメータの一部は、日および季節ごとに変化することがある。
しかしながら、ネットワークの性能評価において、簡単なメッセージ衝突モデルは、以下の理由により完全に正確ではない。
1.各種の源からのランダム・ノイズが発生するため、衝突しないメッセージも分かりにくくなる。
2.衝突するいくつかのメッセージ信号は振幅がかなり異なっており、より強力な信号が正しく受信される。
特定の地点についての遠隔セル・ノードの最高の位置と数を求められるデータを提供するための統計モデルを開発することができる。従って、このモデルは、住宅密度に関連するデータ、上に定義された値Ｎ、および信号の減衰は木々の位置と存在に関するデータを含むことができる。
図４は、広域通信ネットワーク内のネットワーク・サービス・モジュールがサポートするアプリケーションの一覧である。以下は、電気メーターのアプリケーションの詳細である。
アンテナ217が、カバー213の内部の容器の上にあるブラケット216に取り付けられている。図示したように、このアンテナは弧状で、前面の周囲に延在している。その他のアンテナ構成もとりうる。
図６に図示したように、ネットワーク・サービス・モジュールそれぞれのアンテナ217がメーターのカバーの中に取り付けられる。従って、NSMアンテナ217は、ネットワーク・サービス・モジュール110の支持構造自体に取り付けられる。このため、ネットワーク・サービス・モジュール110は、１度の作業で簡単に取り付けられる一体型装置として比較的安価に製造することができる。しかしながら、ここで用いられるNSMアンテナ217は、比較的短い距離でしか送信が行えない。その上、出力レベルが、10－100ミリワットというかなり低いオーダーで保たれるが、これは、相対的に安価な小型バッテリー・システムによって提供できるエネルギーである。このタイプのNSMアンテナ217は上記の出力レベルで送信を行うが、１－２キロメーターというオーダーの範囲を持つ。

ネットワーク・サービス・モジュール110は、容器内にあるセンサ、マイクロプロセッサ、およびメモリに対する不正使用を防ぐ密閉容器211の中に入れられる。
図５に戻り、ネットワーク・サービス・モジュールは、マイクロプロセッサ220を使用する検出装置をオプションで持つことができるが、これは記憶メモリ221を備えている。電気使用量、水道使用量、またはガス消費量を測定するために、メーターを読み取るセンサが不可欠である。このセンサのために、システムが物理装置の使用量を自動的に報告できるので、メーター読取り担当者を確保せずにすむ。
この発明のネットワーク・サービス・モジュールに対する不正使用を検出するために、任意の数のセンサを装備できるが、こうしたセンサは、電気、ガス、水道、またはその他の用途に合わせて改造してよい。大抵の場合、各種センサが報告する情報は、データ転送速度が低いと考えられる。広域通信ネットワークは分散自動機能を持つが、その中には、基本メーター読取り、使用時間メーター読取り、サービス接続・切断操作、アラーム報告、サービス報告の盗難、負荷調査、住居負荷制御、商業および工業用負荷削減、並びに分散監視制御およびデータ獲得（SCADA）がある。さらに、広域通信ネットワークは、新しいアプリケーションが開発されたら、それをサポートするために拡張を行うのが容易である。
例として自動メーター読取りと電気メーターの使用時間の測定に力点を置いたが、15分最大消費量記録、ライン電力監視（つまり停電と復旧）、不正使用検出、タイムキーピングといったその他の機能もサポートしている。
以下は、この発明のネットワーク・サービス・モジュールに使用できるセンサとして代表的なもののリストである。各センサはオプションで、この分野に通じた人は、この発明のネットワーク・サービス・モジュールに別のものを追加してよい。例えば、図５は温度センサ227とバッテリー・レベル・センサ228を図示しているが、各センサ227、228は、以下の代表的センサのリストにある他のセンサに置き換えても、あるいは追加してもよい。
（ａ）傾斜センサ222は、予め決まった角度より大きな角度で容器が動くのを検出するため、装置が取り付けられた後、その装置が取り外されるかまたはメーターがその正常な向きから外れた場合に表示を行える。
（ｂ）電場センサ223は、電場の存在を検出する。電源障害がなければ、電場センサは、メーターがこのシステムから取り外されない限り、電場の存在を検出し続ける。
（ｃ）音響センサ224が音を検出する。検出される音は、事前の実験によって、切断や穿孔といった作業、特にカバー上のそれに関係があると判断された音だけを通過させるように、アナログまたはデジタル技法によって音響信号をろ波するためのフィルター225を介して送信される。
（ｄ）磁気センサ226は、磁界の存在を検出する。磁界は、メーターを迂回するかまたは取り外さない限り常に存在するように、ディスクを駆動するコイルによって生成される。よく知られているように、ディスクの回転速度は磁界に依存し、従って、そのメーターがあるところに永久磁石や電磁石を作用させて磁界を変化させると、この回転速度が変化する。このため、磁気センサ226は、ディスクの回転を遅くするためにディスクのそばの磁界を変えようとする試みが行われたことを示せるように、予め決まった規模より大きい磁界の変動に応答する。
（ｅ）温度センサ227は、特定の時間における温度が記録できるように、熱を検出する。バッテリー・レベル・センサ228に示す。
センサ226、227、および228は、アナログ・デジタル変換器328によってマイクロプロセッサ220に情報を通信する。センサ227および228からの情報は、この装置の動作の「家計」ステータスを提供するために通信することができる。必要ならば、温度センサ227は省くことができ、公的な天気情報源から得た情報と交換することができる。外部の温度は消費量を劇的に変動させることがよく知られているが、場合によっては、メーターは建物の内部に配置すれば温度がかなり安定する。
（ｆ）消費量センサは、使用する電気の消費量の正確な尺度として機能することを意図していないため、非常に単純な構成をとりうる直接消費量モニタ229で構成される。従って

直接消費量モニタは、発生する磁界の値は、通る電流に比例するという仮定に基づいて、その値を検出する装置に過ぎないことがありうる。得られた直接消費量値は、ディスク214の回転によって記録される消費量測定値によって完成することができる。直接消費量モニタが、ディスク214の回転によって測定される消費量とは異なる消費量合計をある時間にわたって与え、それが予め決まった比率より大きな量であった場合、その直接消費量モニタ229を、不正使用信号を提供するために用いることができる。これは、例えば、記録された消費量を減らすためにディスクに機械的タグがつけられたことを示すものかもしれない。

（ｇ）前方／逆方向センサ230は、以下で詳述するが、ディスク214の逆回転を検出し、こうした事象を検出した時に、マイクロプロセッサに情報を与える。

（ｈ）カバー・センサ231は、カバー213が常にあることを検出するために用いられる。カバー・センサは、後でフォトダイオード233に反射される光ビームを発生させる発光ダイオード（LED）232から成る。フォトダイオード233で反射されるビームがないことが検出され、マイクロプロセッサ220に不正使用信号として送信される。反射したビームは、図６に示すダイオード232に隣接するカバーの内部表面につけられた反射性ストリップ234によって生じる。

このように、上記のセンサは、こうした不正使用事象の存在が、マイクロプロセッサ220の制御下で記憶メモリ221に記録できるように、各種不正使用事象の検出を行う。

マイクロプロセッサ220にはクロック信号発生器335があるため、マイクロプロセッサ220が順次に並べられた、それぞれの長さが予め決まった複数の時間を作り出すことができる。図示したこの発明の例では、この時間は長さが８時間で、マイクロプロセッサ220が、８時間ごとに１つまたは複数の不正使用信号から不正使用事象の存在を記録するようになっている。

図８に示すように、予め決まった時間の系列は、特定の日付に照らして割り振られる系列によって記録され、その日の各８時間は、記憶メモリ221内の別の記録位置を持つ。こうした１つの系列を図８に示すが、ここには多数の不正使用事象236が示されている。この印刷出力は、いつ不正使用事象236が発生したかを示し、さらにどのタイプの不正使用事象が行われたかが特定されている。

ディスク214の回転も検出され、前方、逆方向の両方へのディスクの回転数を正確に記録される。図８では、テーブル237が、前述したように８時間に記録されたディスクの回転量を図で示している。ある時間に、このディスクは、逆方向238に回転したことが示されている。ディスクが逆方向に回転すると、逆回転が、図６に示す従来の記録システム215で計数された回転数から引かれる。

図６および図７に示すように、ディスクの回転の検出は、ディスクの下面に形成されるダーク・セグメント239を装備することによって行われ、その他の個所は反射性または白の物質のままである。このように、この検出システムは、発光ダイオード240、241の対を備え、これは、直接光をディスクの下面に向けるように容器上に配置されている。発光ダイオード240、241は、ディスクの回りに角度をつけて間隔をとっている。このダイオードは、フォトダイオード242、243に対応し、これらは、ディスクの暗い部分が所定の位置に到達した時に、対応する発光ダイオード240、241からの光がディスクの反射部に当たり、その光が遮断されるように配置されると、光を受ける。基本的に、発光ダイオード240、241の対またはフォトダイオード242、243の対の１つは、もちろん、ディスク214の１回転であるダーク・セグメントの通過を検出するのに用いられてる。そして、回転の方向は、ダーク・セグメントが第１の対に到達した時に、第２の対もダーク・セグメントを見たかどうか、あるいは反射性物質を見たかどうかについて、他方の対を調べることによって検出される。各センサはこのセグメントの寸法に対して適切な間隔をとっているため、これは、ディスクが回転して、ダイオードの第１の対によって検出される位置に到達する向きを表す。

エネルギーを保存するために、センサは、適応性検知速度アルゴリズムを使って予めサンプリング・モードにする。ある例では、ダークまたは非反射性セグメントが108°の弧で

、センサー間の変位が50°である。従来型メーターの実際的な例では、最大回転速度が2rpsのオーダーである。ある基本サンプルの間隔を125m/秒で選択することができるが、これは、少なくとも１つのダーク・サンプルをダーク・セグメントから得られるだけの短さである。稼動においては、センサーの第１の対だけが絶えずサンプリングされる。ダーク応答が観察されると、第２の確認サンプルが得られ、そのサンプル速度は16ppsまで増える。ディスクの光セグメントが検出されると、直ちに第２のセンサがサンプリングされる。第２センサがまだダーク・セグメントを見ると、時計回りの回転であることが確かめられる。ライト・セグメントが観察されれば、反時計回りの確認であることが分かる。

速度がもっと遅いと、このアルゴリズムにより、第１の対のセンサの回転の70%に対して8ppsというサンプル速度、回転の30%と第２の対の向き検出用の２つのサンプルとに対して16ppsというサンプル速度になる。年平均消費量が12,000kwhの場合、ディスクは約1600万回回転する。

測定と干渉する可能性のある漂遊光の存在を検知するために、発光ダイオード（LED）を起動する直前と直後にフォトダイオード出力をサンプリングする。LEDをオフにして光が検知された場合、漂遊光であることが分かり、確認試験の後、アラームを発することができる。後者には、以下で論じる光通信ポート・センサ等の、他のセンサの試験も含むことができる。

図５に示すように、メーター読取り装置からの通信は、アンテナ322に接続される変調装置を介してのマイクロプロセッサ220からの無線送信によって行われる。信号の送信は、マイクロプロセッサ220の制御下で行われる。変調装置250によって行われる変調は、例えば、振幅シフトキーイング（ASK）、２進PSK等の位相偏移キーイング（PSK）、例えば２進FSK等の周波数偏移変調（FSK）を使った周波数変調、または広域帯変調を含む適当なタイプである。これにより、専用周波数の配分をせずにシステムを利用することができるので、信号を送信に用いられる種々の周波数から復元することができるデコーディング・アルゴリズムにアクセスしない受信機に対するノイズとしてしか現れない。

遠隔セル・ノード

図１の複数の遠隔セル・ノード112がその地域内にあり、いくつかの遠隔セル・ノード112の中に各ネットワーク・サービス・モジュールが存在してその担当範囲が重なるように、大体一様の間隔をとっている。遠隔セル・ノード112は通常、公共ポールまたは光規格では0.5マイルの間隔をとる。各セル・ノード112は、セルラー電話ネットワークでは細胞のように限られたエリアをカバーする。遠隔セル・ノード112同士は担当範囲が重なる間隔をとるのが好ましく、ネットワーク・サービス・モジュール110が送信する各NSMパケット信号は、一時的なフェージングがあっても、３ないし４の遠隔セル・ノード112によって受信される。その結果、ネットワーク・サービス・モジュール110の近くに高層建築物が立っても、メッセージの受信にあまりまたは全く影響を受けず、遠隔セル・ノード112の障害も、NSMパケット信号やNSMデータの喪失を招かない。

図９に具体的に示すように、図１の各遠隔セル・ノード（RCN）には、RCN送信手段、RCN受信手段、RCNメモリ手段、RCNプロセッサ手段、およびRCNアンテナ422がある。RCN送信手段、RCN受信手段、RCNメモリ手段、およびRCNプロセッサ手段はそれぞれ、RCN送信機418、RCN受信機416、RCNメモリ415、RCNプロセッサ414に具体化されている。RCN送信機418とRCN受信機416は、RCNアンテナ422に接続される。RCNプロセッサ414は、RCN送信機418、RCN受信機416、およびRCNメモリ415に接続される。

RCN送信機418は、RCNプロセッサ414の制御下で、RCN同期信号および／または命令信号（コマンド信号）を第１搬送周波数または第２搬送周波数の電波を使って送信する。周波数の選択は、複数のネットワーク・サービス・モジュール110それぞれでNSM受信機にどの周波数が利用されているかによって決まる。RCN送信機からのRCN同期信号および／または命令信号の送信はオプションで、NSM受信機316がネットワーク・サービス・モジュール110で利用されている場合に利用する。命令信号には、ネットワーク・サービス・モジュール110に送信される信号データを含むことができる。この信号データは、ネットワーク・サービス・モジュール110がステータスまたはその他のデータ（例得ば８ないし４時間のレ

ポート時間設定や、必要に応じて制御や「家計」ジョブなど他の任意の命令）の送信を必要とする。
RCN受信機416は、電波によって多数のネットワーク・サービス・モジュール110から送信する多数のNSMパケット信号を第１搬送周波数で受信する。多数のNSMパケット信号のそれぞれは、予め決まった時間内にランダムにまたは疑似乱数式に選択された時に送信されるため、通常、異なる時点で受信される。この多数のネットワーク・サービス・モジュール110は、通常、多数のネットワーク・サービス・モジュール110のサブセットである。受信したNSMパケット信号はRCNプロセッサ414によってタイム・スタンプがつけられ、次に上位のネットワーク・レベルに送信される前に、RCNメモリ415に一時的に格納される。また、RCN受信機416は、中間データ端末114からポーリング信号を受信し、隣接する遠隔セル・ノードが中間データ端末114によってポーリングされる時にそれらで聴取又はイーブスドロップ（傍受）を行う。
RCNプロセッサ414はネットワーク・サービス・モジュールから受信したNSMパケット信号を照合し、NSMパケット信号の複製を識別し、重複したNSMパケット信号を削除する。RCNプロセッサ414は、RCN送信機RCN受信機416を制御する。RCNメモリ415は、受信した複数のNSMパケット信号を格納し、ネットワーク・サービス・モジュール110から受信したこれらのNSMパケット信号それぞれをデコードし、RCNメモリ415に格納する。
遠隔セル・ノード112は、関係する地区の適当な個所で建物、ランプ（照明）規格、または公共ポールに取り付けることができる適当な保護ケースだけから成る。遠隔セル・ノード112はバッテリー充電式にすることができ、容器の一部として、またはそれに支えられる簡単な無指向性アンテナを持つ。
遠隔セル・ノード112に累積された情報は、図１に図示しているように、中間データ端末114と呼ばれるより上位のレベルのネットワーク・ノードに、ポーリングされた無線通信リンクを介して、定期的に送信される。通信リンクは、代わりに、ケーブルまたは他の通信チャネルであってもよい。中間データ端末114は通常、４マイルの間隔があけられ、最大100個のセルをカバーするサブ局で都合よく引用することができる。遠隔セル・ノードは、中間データ端末からタイミング情報と命令信号も受信する。
ポーリング信号が中間データ端末114から送信されると、RCN送信機418は、中間データ端末114に、RCNパケット信号として、格納された多数のNSMパケット信号を第１搬送周波数で送信する。
第１遠隔セル・ノードを中間データ端末が第１ポーリング信号によってポーリングすると、隣接する遠隔セル・ノード112は、第１遠隔セル・ノードによって送信されたRCNパケット信号を受信する。第１遠隔セル・ノードをポーリングした中間データ端末から受信確認信号を受信すると、隣接する遠隔セル・ノード112において、それぞれのRCNプロセッサが、それぞれのRCNメモリ・メッセージを、RCNパケット信号の中で第１遠隔セル・ノードから中間データ端末に送信されるメッセージと同じメッセージ識別番号を持つネットワーク・サービス・モジュールから削除する。このメッセージ識別番号は、図３の典型的NSMデータ・パケットに示す。
図１は、複数のネットワーク・サービス・モジュール110を図示している。ネットワーク・サービス・モジュール110は、地上のパターンに説明されている。このパターンは、通常特定のパターンを持たず、地点ごとに密度がかなり違う公共サービスの利用場所によって異なる。
各遠隔セル・ノード112は、各ネットワーク・サービス・モジュール110が遠隔セル・ノード112の少なくとも２つ（４つが好ましい）に送信が行えるように、ネットワーク・サービス・モジュール110について、遠隔セル・ノード112同士の間隔を持つ配列に並べられる。従って、遠隔セル・ノード112は、そのそれぞれによって受信されるべき各ネットワーク・サービス・モジュールからの信号を絶対的に必要とするよりもかなり多く提供される。遠隔セル・ノード110は、理論的には高水準の重複情報を受け取る。通常の住居では、各ネットワーク・サービス・モジュール110が４つのこうした遠隔セル・ノード112によって受信できるように遠隔セル・ノード112が配置されると、各遠隔セル・ノード112が約1,

000のネットワーク・サービス・モジュール110に応答する配列になる。
ネットワーク・サービス・モジュール110のそれぞれが、図示した例では８時間とされた設定時間の公共サービス使用量の累積値を計算することになっている。８時間経つと、NSMコントローラ314が、NSMパケット信号としてデータのパケットで情報を送信する用意をする。このデータ・パケットの中身は次の通り。
（ａ）設定時間（例えば８時間）の間の総使用量。
（ｂ）NSMメモリ315に格納された、今までの累積総使用量。この情報の送信により、あるメッセージが失われ、ある期間の合計が中央データ端末に伝送されなくても、中央データ端末120は、更新された累積値から失われた時間の使用量を再計算することができる。
（ｃ）上記で定義された不正使用信号の一部または全部。
（ｄ）送信時間。
（ｅ）メッセージを順次に計数するためのメッセージ番号。こうして、遠隔セル・ノード112は、あるメッセージが失われたかどうか、又は受信した情報が、受信局の重複メッセージからの複数に過ぎないかどうかを判断することができる。
（ｆ）ネットワーク・サービス・モジュール110のステータスに関する家計情報。例えば、温度とバッテリー・レベル表示センサ値。
遠隔セル・ノード112で情報を受信すると、RCNプロセッサ414は、RCNメモリ415に受信した情報を格納してから、その情報を分析する働きをする。この分析の第１のステップは、それぞれのネットワーク・サービス・モジュール110に関する識別コードを受信メッセージから取り出すことである。そのネットワーク・サービス・モジュール110に関する情報が、そのネットワーク・サービス・モジュール110に関するRCNメモリ・レジスタに取り入れられ、既に格納された情報を更新する
遠隔セル・ノード112から中間データ端末114への重複情報の送信を避ける１つの技法では、各遠隔セル・ノード112が他の遠隔セル・ノード112の送信を監視する必要がある。信号を監視する場合、送信された情報が、監視する遠隔セル・ノード112に格納された情報と比較され、監視するメモリ・セル・ノード112のメモリに冗長な情報が見つかると、その冗長な情報が取り消される。この技法を用いると、非常に高水準の冗長度が用いられる場合、遠隔セル・ノード112から中間データ端末への送信時間があまり増えない。
使用量データの定期的送信に加えて、各ネットワーク・サービス・モジュール110は、電圧の除去またはネットワーク・サービス・モジュールの過度の傾きを検出すると、アラーム信号を送信するようプログラムすることができる。アラーム信号の送信は、短いランダムな時間だけ遅延させることができるので、電圧の損失が多数の地点での停電による場合、全ての信号が同時に受信されることはない。遠隔セル・ノード112と中間データ端末114も、こうしたアラーム信号を直ちに再送信するようプログラムすることができる。このようにして、中央データ端末120は、対象地域などの、停電に関する情報を即座に手に入れる。もちろん、これにより、開始すべき修理作業をより迅速に行うことができる。
自動アラーム信号送信に加えて、中央データ端末または中央データ端末は、リアルタイム・チャネル上で特定のネットワーク・サービス・モジュールにデータの転送の要求を送ることもできる。こうした要求を受け取ると、ネットワーク・サービス・モジュールは、電力消費量の現在の読取り値、アラーム状態、またはその他の要求されたデータによって応答する。このリアルタイム・チャネルにより、中央データ端末は、ネットワーク・サービス・モジュールが次にスケジュールした送信を待つのではなく、最新のデータを収集することができる。このリアルタイム・チャネルは、電源切断、またはその他の命令を中央データ端末から特定のネットワーク・サービス・モジュールに送るためにも利用し、必要ならば即座に結果を得ることができる。
さらに、遠隔セル・ノード112は、ネットワーク・サービス・モジュール110がある施設内の機器を稼動させるために制御信号を送信することができる。遠隔セル・ノード112は、こうした情報が、相対的に低い送信電力を使用し、メーター読取りシステムに既に備わっている機器を使用する関係施設のそれぞれにおいて受信できるように、その情報を送信するための適当な配列に必ず編成されている。この送信能力は、例えば、ピーク時間に負荷

を削減するために相対的に高い出力の機器の施設内の無線制御スイッチを制御するために用いることができる。類似の編成において、ネットワーク・サービス・モジュール110は、遠隔セル・ノード112によって送信される信号を検出できる受信施設を備えることができる。ある例では、これらの信号は、ネットワーク・サービス・モジュール110のそれぞれが、遠隔セル・ノード112および／または中間データ端末114並びに中央データ端末120と歩調を合わせてぴったり同期するように、同期信号に関係することができる。この正確な同期は、特定の期間の使用量を正確に検出するために利用できるので、ピーク時以外の利用を促すために、そしてまた負荷を削減するために、公共サービス期間が種々の期間中の使用量に対して異なる料金を課すことができる。

無線信号の減衰は、その発生源からの距離の逆数のＮ乗に比例する。自由空間において、Ｎは２に等しい。建物、木々、およびその他の物理的障害物が妨害となる実際的な例では、指数Ｎは通常4.0から5.0の間である。従って、こうした妨害は、ネットワーク・サービス・モジュールからの信号を監視できる距離を大幅に引き下げる。このように、１つの遠隔セル・ノードが監視できるネットワーク・サービス・モジュールの数は、大幅に減少する。さらに、Ｎが大きいと、予め決まった距離を通った後の信号強度が急激に低下するため、あるネットワーク・サービス・モジュールをある距離をおいて有効に監視できても、その信号強度はその距離を越えるとすぐに低下する。このため、各遠隔セル・ノード112によって定義される各セルは規模を相対的に限ることができ、セルが重なり合う度合いは、大きな統計的変動なしに現実的なレベルに制御される。

このシステムの１つの利点は、ネットワーク・サービス・モジュールは、最も近い遠隔セル・ノードへの送信が地理的に非常に不利な地点にあっても，別の遠隔セル・ノードによって監視できることである。このように、従来型システムでは、特定の地理的問題を考慮すれば、ネットワーク・サービス・モジュールの一部が全く監視できない。この発明では、その可能性は、関係するネットワーク・サービス・モジュールが、より多くの遠隔セル・ノードによって監視される位置にある可能性が高いという事実によって、大幅に引き下げられるため、地理的問題がおそらく遠隔セル・ノード全てには当てはまらないのである。

遠隔セル・ノードの密度の増大により、ネットワーク・サービス・モジュールは、電気料金メーター内にあるメーター読取り装置の一部となりうる一体型NSMアンテナとともに動作することができる。このように、ネットワーク・サービス・モジュールは、メーターの容器内に完全に収容できるので、非常に短い時間内にこの設備を完成させることができ、配線の問題から生じる顧客の不満が解消され、NSMアンテナを別途取り付けることによる破損の可能性が引き下げられる。その上、この方法は、ネットワーク・サービス・モジュールのコストを大幅に引き下げ、このシステムの設定を経済的に実現可能にする。

この発明は、ネットワーク・サービス・モジュールが予め決まった時間中だけ送信を行うことができるシステムを利用することができ、開放時間が、ネットワーク・サービス・モジュールから妨害を受けずに、中間データ端末と遠隔セル・ノードとの間で同じ周波数で通信に利用できる。このレベルの通信は、中間データ端末から遠隔セル・ノードそれぞれにポーリング・システムを使って行うことができ、さらに、中間データ端末に指向性送信システムがあるのが好ましい。このシステムでは、遠隔セル・ノード密度の最適化を行って、種々の配置シナリオにおけるコスト／性能基準に応えることができる。

この発明は、情報源の不揮発性にし、送信エラーまたは衝突により種々の更新内容が失われることを許容することによって、双方向通信を含む確立された通信ネットワーク・アプローチの場合に可能となるのより単純かつ低コストでデータ収集ネットワークを実現することができる。この発明は、従って、１つの無線通信チャネルまたは周波数で稼動する全ての遠隔セル・ノードの配列とともに、非常に低い出力の送信機を使って、広域に配置された極めて多くの遠隔メーター監視装置からデータを手に入れるために利用できる無線通信ネットワークを提供する。

中間データ端末

複数の中間データ端末114がその地域内に配置され、その地域をグリッド状にカバーする

ように間隔がとられている。各中間データ端末は、通常、大きな地域をカバーするよう間隔がとられている。中間データ端末は、担当範囲が重なるように間隔がとられているので、１つの遠隔セル・ノードから送信されるRCNパケット信号が２つ以上の中間データ端末によって受信される。

図10に具体的に示すように、各中間データ端末には、第1IDT送信手段、第2IDT送信手段、IDTメモリ手段、IDTプロセッサ手段、第1IDT受信手段、第2IDT受信手段、およびIDTアンテナがある。第1IDT送信手段、第2IDT送信手段、IDTメモリ手段、IDTプロセッサ手段、第1IDT受信手段、および第2IDT受信手段は、それぞれ第1IDT送信機518、第2IDT送信機519、IDTメモリ515、IDTプロセッサ514、第1IDT受信機521、および第2IDT受信機522に具体化される。第1IDT送信機518と第1IDT受信機521は、IDTアンテナ522に接続される。IDTプロセッサ514は、第1IDT送信機518と第2IDT送信機519、および第IDT受信機521と第2IDT受信機522に接続される。第2IDT送信機519と第2IDT受信機522は、モデム523のような装置に具体化される。

IDTプロセッサ514の制御下にある第1IDT送信機518には、シンセサイザー、または搬送周波数を制御するための同等の回路があり、第1IDT送信機518が、搬送周波数を変えることができる。第1IDT送信機518は、第１搬送周波数または第２搬送周波数で、第１ポーリング・アクセス・プロトコルを使って、第１ポーリング信号を複数の遠隔セル・ノードに送信するのが好ましい。第１ポーリング信号が遠隔セル・ノードによって受信されると、その遠隔セル・ノードが、第１ポーリング信号を送った中間データ端末RCNパケット信号を送ることによって応答する。中間データ端末がRCNパケット信号を正しく受信すると、第1IDT送信機518が、その遠隔セル・ノードに受信確認信号を送信する。受信確認信号を受け取ると、その遠隔セル・ノードのRCNプロセッサ414は、中間データ端末にRCNパケット信号の中で送信したデータを、RCNメモリ415から削除する。

送信される信号は、自由空間チャネル上で電波によって送られても、ケーブルまたはその他のチャネル上で高周波数信号を使って送られてもよい。このように、遠隔セル・ノードと中間データ端末との間の通信パスは、自由空間、ケーブルまたはその組合せ、もしくはその他の同等のパスであってもよい。

中間データ端末は、遠隔セル・ノードにタイミング情報と命令信号とを送信するためのIDT同期信号も送信する。重要なSCADA機能を行う遠隔セル・ノードは、ネットワーク応答時間を減らすために、中間データ端末によってより頻繁にポーリングすることができる。

第1IDT受信機521は、第１搬送周波数で、ポーリングされる遠隔セル・ノードから送信されるRCNパケット信号を受信する。このように、多数の遠隔セル・ノード112を順次にポーリングした後、第1IDT受信機521は、多数のRCNパケット信号を時間的に順に受信する。この多数のRCNパケット信号は、普通、複数のRCNパケット信号のサブセットである。

IDTメモリ515が、受信したRCNパケット信号を格納する。IDTプロセッサ514は、多数の遠隔セル・ノードから受信したRCNパケット信号を埋め込んだNSMパケット信号を照合し、NSMパケット信号の複製を識別し、同じメッセージ識別番号を持つネットワーク・サービス・モジュールから、重複したNSMパケット信号、つまりメッセージを削除する。

中央データ端末120からの第２ポーリング信号に応答して、第2IDT送信機519は、格納された多数のRCNパケット信号を、IDTパケット信号として中央データ端末120に送信する。

第2IDT送信機519と第2IDT受信機522は、電話回線またはその他の通信パスを介して、中間データ端末を中央データ端末と連結する通信媒体525上で情報を通信するためのモデム523またはその他の装置に具体化することができる。

中間データ端末には、１つまたは複数の指向性アンテナ522があってよい。沈黙時間中は、中間データ端末が、遠隔セル・ノードそれぞれに１つまたは複数のアンテナ522を向け、さらにそれぞれの遠隔セル・ノードに第１ポーリング信号を送信して、RCNメモリ415から格納した情報を送信するよう遠隔セル・ノードに要求するようになっている。複数のアンテナを使用すると、一度に複数の遠隔セル・ノードと通信することができる。従って、中間データ端末に送信され、分析のために収集される照合パッケージの中に要求があれば、遠隔セル・ノードはその情報を送信するためだけに必要とされる。

この発明の別の実施例では、この発明方法が、複数の中間データ端末なしに実現されるが、その場合、中央データ端末が、他の場合には中間データ端末によって提供される役割と機能を果たす。

中央データ端末

この階層の上位レベルには、ネットワーク・コントロール・センターおよびデータ統合ポイントとして機能する中央データ端末120がある。中央データ端末120は基本ネットワーク動作を制御し、ネットワーク組織に関する大局的な決定を行うことができる。中央データ端末の目的は、特定のアプリケーションのために種々の公共サービス活動グループに転送できる一環した形式に、種々のネットワーク・ノードからの情報を統合することである。中央データ端末は、領域データ端末と連結するばかりでなく、クリティカルSCADAサイトにも接続されるが、その一部は、サブ局の中間データ端末と共存することができる。このレベルには、比較的少数の通信リンクしかないので、コスト、速度、および信頼性を最適化するよう、必要なものを選択することができる。中央データ端末120と複数の中間データ端末114との送信は、電話回線、T1搬送回線、光ファイバー・チャネル、同軸ケーブル・チャネル、マイクロ波はチャネル、または衛星リンク等の通信媒体525によって行われる。

図11に具体的に示すように、中央データ端末（CDT）には、CDT送信手段、CDT受信手段、CDTプロセッサ手段、およびCDTメモリ手段がある。CDT送信手段、CDT受信手段、CDTプロセッサ手段、およびCDTメモリ手段は、それぞれCDT送信機618、CDT受信機616、CDTプロセッサ614、およびCDTメモリ615に具体化できる。CDT送信機618とCDT受信機616は、通信媒体525に接続される。CDTプロセッサ614は、CDT送信機618、CDT受信機616、およびCDTメモリ615に接続される。CDT送信機618とCDT受信機616は、モデム625か、または通信媒体525上で中央データ端末120と各中間データ端末114との間で情報を通信するのに適したその他の装置である。

CDT送信機618は、第２ポーリング・アクセス・プロトコルを使って、順次に第２ポーリング信号を複数の中間データ端末に送信する。CDT受信機616は、複数のIDTパケット信号を受信する。CDTプロセッサ614は、複数のIDTパケット信号を複数のNSMデータとしてデコードする。CDTメモリ615は、データベースにNSMデータを格納する。NSMデータは、希望に応じて、出力、分析、または処理される。

公共サービスの概要

ネットワークの性能は、かなりの部分が遠隔セル・ノード・リンク112に対するネットワーク・サービス・モジュール110の性能によって決まるが、これは、ネットワーク・サービス・モジュール・メッセージ損失率によって定義される。ネットワーク・アーキテクチャは、ネットワーク・サービス・モジュール損失率を最小にすることを意図しているが、これは、送信されたネットワーク・サービス・モジュール・メッセージのうちのどれだけが遠隔セル・ノードによって受信されないかによって定義される。メッセージ損失率を左右する２つの問題は次の通り。

1.都市の伝搬環境の性格によって発生する相対的に大きく多様なパス損失。

2.どんな複数アクセス・システムでも問題となる同時メッセージ送信、または衝突。

大きく多様なパス損失の問題は、以下によって解決される。

1. 送信電力調整
2. 遠隔セル・ノード・グリッド間隔によって制御されるパスの冗長性
3. １日当たりの複数の送信

衝突の問題は以下によって解決される

1. 遠隔セル・ノード・グリッド間隔によって制御されるパスの冗長性
2. １日当たりの複数の送信
3. プライオリティ（優先度）に応じた通信の区分
4. 捕捉効果

遠隔セル・ノード間隔は、パス冗長性を制御するよう選択することができるため、性能のレベルが調整できる。パス冗長性と１日当たりの複数送信は両方の問題を解決するために

用いられ、広域通信ネットワークの主要な特徴である。衝突の効果は最小なので、その日の任意の時間にパケットを受信する確立は、例外的に高いレベルに保たれる。
リンクのコスト計算（ブジェット）には、ネットワーク・サービス・モジュール電力増幅器と遠隔セル・ノード受信機の間の全ての利得と損失が含まれ、任意のリンクに許せる最大パス損失の計算に用いられる。遠隔セル・ノードでの最小受信可能信号は－115dBmと見積もられるが、これは、例えば10dBのメッセージを受信するために必要なノイズ・レベルに対するノイズ・フロアおよび搬送波の合計に等しい。
どのネットワーク・サービス・モジュールも受信範囲内に多くの遠隔セル・ノードを持ち、それがパケット受信の信頼性を高める。あるネットワーク・サービス・モジュールが送信を行うと、その送信は、多数の遠隔セル・ノードによって受信される可能性を持つ。ある遠隔セル・ノードは陰影フェージング領域にあって、その信号が受信されないが、あるものはシャドーイングにより信号が増大する。
遠隔セル・ノードの一部がネットワーク・サービス・モジュールからかなり離れており、このため平均パス損失が許容限度を越えていても、その信号レベルの変動、シャドーイング、マルチパス等がその信号レベルに十分な寄与をすれば、そのネットワーク・サービス・モジュールの送信は可能である。同様に、ネットワーク・サービス・モジュールに近い一部の遠隔セル・ノードは、信号の多様性がその信号ネットワーク・レベルをかなり減らすため、ネットワーク・サービス・モジュールが聞けない。ネットワーク・サービス・モジュール送信の予期せぬ損失は、上述したように偶然の利得によって相殺されると予想される。
信号受信の短期的変動ばかりでなく、長期的効果も送信の成功を左右する。システムの寿命の間、都市の風景は、建物の建設および取り壊しや木々の成長によって変化する。風景のこうした変化は、ネットワーク・サービス・モジュールと遠隔セル・ノードとのリンクに影響を与え、一部の遠隔セル・ノードは、ネットワーク・サービス・モジュール送信を受信できなくなるが、新しい遠隔セル・ノードが同じネットワーク・サービス・モジュールの受信を始める。あるリンクが使えなくなると、新たなリンクが稼動することが予想される。
広域通信ネットワークの階層型設計は、図12に示すように、顧客が多数のアプリケーションとより多くの末端を持つ任意の大きさの連続的または非連続的地域を担当することができる。
図12に、大きく分割された地域を担当する広域通信ネットワークの構成を示す。これは、衛星、光ファイバー、マイクロ波、またはその他の基幹ネットワークを介して孤立した小さなコミュニティばかりでなく、大きく分割された地域も担当する広域通信ネットワークを提供する。広域通信ネットワークの１チャネル、マイクロ波散乱伝搬のコンセプト（概念）の独特な性格のため、フェージング、ヌル、マルチパス、山が多いかまたは高密度の都市の設定の通常の見通し線の欠如といった、従来の電波の問題に影響されないので、広域通信ネットワークは従来困難だった多くの環境にとって理想的である。この広域通信ネットワークの階層型設計のため、非連続的地域が広い地域を担当することができる。別々の地域は、中央データ端末と通信する自らの中間データ端末を持つ。非連続的地域からのデータは、中央データ端末レベルで送信される。
広域通信ネットワークは、広域の監視、確認可能な制御、および高速応答トランザクションのアプリケーションをサポートする。こうした多数のアプリケーションのニーズが、公共サービス機関によって見つけられ、また見つけられ続ける。標準化ネットワーク・インタフェース・プロトコルとメッセージ・パケット構成のため、この広域通信ネットワークは、新しいハードウェア、ソフトウェアのいずれにおいてもそのサービスをすぐに増やすことができる。広域通信ネットワークは、電気、ガス、および水道メーター用に専門化されたネットワーク・サービス・モジュールを提供するだけでなく、コンタクト・クロージャ、電圧、または電流検知用の業界標準入出力インタフェースを持つ一連の一般モジュールも提供する。このため、様々な業者が、広域通信ネットワーク通信インタフェースを、ヒューズ、アラーム、温度センサ、自動販売機等の自社製品に取り入れることができる。

広域通信ネットワークは、その他の公共のアプリケーションに１つの統合データ・チャネルを提供することができる。そうしたアプリケーションはあるものはハードウェア中心だが、あるものはアプリケーション・ソフトウェア中心である。これらは、新しい付加価値情報レポートまたはサービスの誕生を意味している。一部は主に公共サービス機関によって利用されるが、多くは、顧客に販売し、公共サービス機関のために新しい収入を作り出すために提供することができる。

この広域通信ネットワークは、新しいハードウェアとアプリケーション・ソフトウェアの成長のシナリオをサポートするよう、すぐにかつ高い費用効果で拡張することができる。

この広域通信ネットワークは、ユーザのサービス地区の諸地域において、そして地理的分布によって影響を受けない実施計画で最も必要とされるサービスのために、実施することができる。

広域通信ネットワークは、その信頼性の高い無線通信機能のため、SCADAの拡張をサポートすることができる。多くの公共サービス機関が、そのSCADAに計器監視ポイントを追加したいと考えているが、こうしたポイントにしばしばある配線のコストと困難が、サブ局またはその他のサイトでのSCADの成長を妨げている。一般ネットワーク・サービス・モジュールが、こうした問題の解決に利用することができる。

拡張に関する主たる課題は次の通り。

1.その地域の規模と編成。

2.担当できる末端数。

3.アプリケーションの数を増やす場合の簡単さ。

末端数が増えるとともに、地域のアプリケーション数の増加か、または担当するその地域の拡大のために、ネットワーク通信量が増加する。生み出される通信量は、追加されるアプリケーションのタイプに依存する。広域通信ネットワークの通信量の増加は、中央データ端末でのハードウェアの拡張と新しい地域の追加の中間データ端末の設置によって対処される。図13に、担当する地域数が徐々に増える通常の通信ネットワークを示す。

末端数が増加するとともに、メッセージ源の識別という別の重要問題が生じる。広域通信ネットワークは、サービス・モジュールのタイプごとに１億を越える通し番号を提供するので、このシステムが稼動する間、一意のモジュール識別ができる。

アプリケーションの数が増えるとともに、１平方マイルからの通信量も増えると考えられる。現在のシミュレーションは、平方マイル当たりで２万を越える末端を担当することができることを示しているが、この上限は、遠隔セル・ノードの展開の詳細、住宅密度、およびメッセージ報告頻度によって左右される。35フィートx100フィートの高密度の区画の都市地域には、平方マイル当たり約5000の住宅がある。

この広域通信ネットワークの集中制御は、中央データ端末がネットワーク・ステータス・データにアクセスできるようにすることによって達成され、このデータは、ネットワーク最適化に関する決定を行うのに用いる。これらの決定は、必要に応じて、中間データ端末と遠隔セル・ノードにダウンロードされる。

集中通信量制御は、プライオリティ・テーブル、メッセージ格納指令、およびアラーム格納指令を用いて、遠隔セル・ノードと中間データ端末で行われる。プライオリティ（優先度）・テーブルの構造は次の通りである。

このシステムを介して転送される各メッセージには、メッセージ・タイプとその源を示す識別タグ式がある。遠隔セル・ノードと中間データ端末のプライオリティ・テーブルには、システム内の全ての識別タグのリストがある。これらのテーブルは、展開時にまず設置されるが、必要に応じて中央データ端末から更新することができる。ネットワーク稼動期間の間、メッセージ・プライオリティを変更する必要がある場合、ネットワーク通信量への影響を最小にしながら、この変更を行うことができる。

アラーム報告は短時間の通信量レベルを上げるので、このネットワーク内のアラーム通信量の制御は別のテーブルを必要とする。この突発的な通信量の発生は混雑という問題を生むことがあり、このため、アラーム指令テーブルが、アラームの終わりに、中央データ端末に、遠隔セル・ノードと中間データ端末バッファからアラーム・メッセージを消去させ

る。このプライオリティ・テーブルにより、公共サービス機関が、その特定のニーズに合うようにアラーム通信量遅延を調節することができる。
プライオリティ・テーブル、及びアラーム指令の両方が、ネットワーク上で通信量を適切に管理するためにメッセージ格納指令モジュールによって利用される。メッセージ格納指令は、メッセージ待ち行列を保管し、応答時間が指定の範囲内であることを保証し、ネットワーク制御のために用いる中央データ端末に性能データを送信する。
ネットワーク・サービス・モジュールは、遠隔セル・ノードにメッセージを送信するが、これが、メッセージ待ち行列を組織するための上述したテーブルを使用する。全てのメッセージは、指定された遅延でアプリケーションスイッチに到達する。中央データ端末は、必要に応じて、３つの制御モジュールとテーブルにデータをダウンロードする。
各アプリケーションへの帯域の割り当て
限られた利用可能通信帯域をどう分割して、広域通信ネットワークが必要とする各種用途に割り当てするかを決定するにあたって、多くの問題を考慮する必要がある。ネットワークの設計は、運営と性能の諸目的を利用可能な資源とバランスさせる必要がある。広域通信ネットワークは、次のようないくつかの抽象化レベルを満たす。
・低コストのネットワーク・サービス・モジュール設計
・寿命の長いバッテリー駆動式ネットワーク・サービス・モジュール
・大量だが低速で確実なネットワーク上の通信。サービス・モジュールを遠隔セル・ノードに、そして遠隔セル・ノードを中間データ端末にリンクする。
・競合アクセスを見込んだ、遠隔セル・ノード・リンクに対するネットワーク・サービス
・モジュール上の余分の容量。
・遠隔セル・ノード上で中間データ端末リンクに送られるNSMメッセージの複数のコピー。
・遠隔セル・ノード上でのネットワーク・サービス・モジュール・リンクへの少量の通信。
・遠隔セル・ノード上でのネットワーク・サービス・モジュール・リンクへの伝送時間要件の範囲の広さ。
・まだ知られていない将来のサービスへのサポートを取り入れる能力。
帯域配分は、プロトコル設計基準に影響を及ぼす。フレームは、サイズが等しいチャネルに小分割され、チャネルは、各種リンクに対応するスロットに区分される。プロトコル設計パラメータにはリンク・スロット・サイズ、チャネル・サイズ、フレーム当たりチャネル数、およびサイクル当たりフレーム数がある。システム沈黙時間は、チャネルまたはサブチャネルをどの用途にも割り当ないだけで達成できる。この沈黙時間は、通信上の問題の診断や、干渉源の特定に役立ちうる。
アプリケーションサービスは、ネットワーク・サービス・モジュールの指定されたチャネル内のリンク・スロットを遠隔セル・ノードに遠隔セル・ノードへのアクセスをネットワーク・サービス・モジュール・リンクに与える。アクセスは排他的であっても、他のサービスと共用してもよい。チャネル数は、共用チャネル指定をしなくても合理的な数のサービスを共存させられるだけあればよい。あるアプリケーションサービスに割り当てられる特定のリンクのチャネル容量の合計は、数チャネルから、１チャネルの1/2、1/4、1/8、または1/16のサブチャネルまで様々であり、このため、サービスに対して、柔軟で動的なリンクの割当が行える。さらに、チャネル容量は、両極端の場合にもほぼ最適になるように、数チャネルから１チャネルの1/16まで様々な単位で割り当てられる。チャネル割当の最小単位は、サイクルごとに１フレームの１チャネルである。しかしながら、フレーム当たりチャネル数とサイクル当たりフレーム数が大きいと、サブチャネルの特定に用いる指定子に多くのビットが必要になる。あるサービスを使用するチャネルは、ある間隔の間にメッセージを送る必要があり、そのためにはそのチャネルの連続するスロットが頻繁に現れなければならず、そのためには、フレーム・サイズが十分小さくなければならない。より大きな帯域を必要とするサービスには、２、３のチャネルを与えることができる。少しだけ必要とするサービスには、適当なサイズのサブチャネル１つを与えることができる。

最小のサブチャネルは、帯域へのニーズの少ない既知のサービスに対応する必要がある。それを越えると、チャネル・サイズは、１つまたは少数のチャネルがそのサービスの要求を満たすように、大量の既知のサービスに対応する必要がある。いずれにせよ、ネットワーク・サービス・モジュールは、自らの方向を確定するのに少数のチャネル指定子だけを扱う必要がある。チャネルによる配分には、チャネルの大型ブロックを各サービスに共有させるか、または各サービスに自らのチャネルへの排他的アクセスを許すかという選択を引き延ばしたり実験したりするというさらなる利点がある。

広域通信ネットワークにおける各リンクには、そのアプリケーションサービスをサポートできるだけの帯域が配分される。また、チャネルのコンセプトは、ある程度の柔軟性を持たせるためにも用いることができる。あるリンクは、ある特定のチャネルだけに存在するかまたはスロットを持つと定義してよい。従って、全てのチャネルが同じスロット構造を持たなくてよい。あるチャネル内のスロットの順序も制限してよい。例えば、応答用のRCN－IDTスロットの前にポーリングを行うIDT－RCNスロットがあり、さらに、RCN時間がその応答を定式化したり、受信機のスイッチをオフにして送信機をオンにしたりできるように、あるスロットの終わりから次のスロットの先頭までに遅延が必要である。しかしながら、ネットワーク・サービス・モジュールの複雑さを完全に削減するためには、各ネットワーク・サービス・モジュールにアクセスできるネットワーク・サービス・モジュール・チャネルに対する遠隔セル・ノードは、ネットワーク・サービス・モジュール・スロット構造に対する共通の遠隔セル・ノードを持つ必要がある。基本スロットのサイズと構造は設計時に固定され、慎重な分析によって問題を避けることができる。時間チャネル内でのスロットの動的なサイズ変更および／または再配置は、適当なパラメータをブロードキャストすることによって可能だが、複雑さを高める価値はない。

さらに、多くのハードウェア設計基準が、上に特定した設計パラメータ、とりわけリンク・スロット・サイズの制約となる。上記のパラメータの最適値を求めるためには、メッセージ伝送時間の要件とともに、各種リンクでの通信量を見積もるのが有益である。

物理層

広域通信ネットワークは同期方法スロット送受信両用の無線通信を用いる階層型ネットワークである。全てのノードによる一つのRFチャネルへのアクセスは時分割多重（TDM）方法により行われる。物理層（物理レイヤー）はこの方法の重要な役割を担う。

本開示を通して、以下の発明を用いて特定のリンクの指定を簡略化してきた。リンクの名前は３文字から構成されている。最初の文字はソース・ノード、２番目の文字は目的ノード、３番目の文字はリンクの種類を示す。ソース・ノードおよび目的ノードは中間データ端末（Ｉ）、遠隔セル・ノード（Ｒ）、およびネットワーク・サービス・モジュール（Ｎ）に定義される。リンクのタイプは、レポート（Ｒ）、ダウンロード（Ｄ）、同期（Ｓ）、ヘッダー（Ｈ）、リクエスト（Ｑ）、および特別制御（Ｃ）である。本発明を用いて、例えば、遠隔セル・ノードとネットワーク・サービス・モジュール・リクエストとのリンクはRNQを指定する；中間データ端末と遠隔セル・ノード・ヘッダーとのリンクにはIRHを指定する、など。

図14は、TDM戦略の概要を例を挙げて図解したものである。時分割の主ユニットは１秒チャネルである。そのシステムには30の１秒チャネルがあり、Ｓ、Ｏ、１、・、28などの番号が付けられている。フレームと呼ばれる30秒間隔はこのように30の１秒チャネルに分割されている。その１秒チャネルはスロットに分割され、各種リンクは各チャネル内に、使用目的が予め定まった独自のスロットを有している。それゆえ、各種リンクは、チャネルの幾つかがリンクの幾つかのために存在するわけではないとしても、30のチャネルを有すると考えられる。事実、同期（Ｓ）チャネルは、ノード同期のために物理層が完全にこれを用い、定義されたリンク全てについて使用ができるわけではない。これらのリンクとは：

・RND－遠隔セル・ノードからネットワーク・サービス・モジュールへのコマンド；
・NRR－ネットワーク・サービス・モジュールから遠隔セル・ノードへのレポート；
・IRH－中間データ端末から遠隔セル・ノードにポーリングする、または、ダウンロード

を知らせる；
・IRD－中間データ端末から遠隔セル・ノードにダウン・ロードする；
・RIR－遠隔セル・ノードが中間データ端末からのポーリングに応答する；
・RIQ－遠隔セル・ノードが中間データ・ターミナルに遠隔セル・ノードをポーリングするようリクエストする；
・RNC－遠隔セル・ノードがネットワーク・サービス・モジュールに対して特別なアプリケーション制御（SAC）を放送する。
図14に示すスロットの構造は０から28までの全てのチャネルに適用でき、あるいはその幾つかは他の構造により定義することができる。構造リンクを用いるノードは当該構造を認識していなければならない；これに関して、ネットワーク・サービス・モジュールは、図示された１つの構造のみを認識している。ただし、遠隔セル・ノードと中間データ端末とのリンクについては、複雑化するにもかかわらず代替の構造を展開できる。１つのチャネルには３つのNRRまたはRNDスロットが１グループで含まれるが、ただし、NRRとRNDスロットの両方が含まれることはない。さらに、当該スロットの指定は変更できるが、選択の目的はチャネルと指定変更との間で変わらない。スロットにはその使用目的は明示されてなく、むしろチャネルの割当表（CAT）の項目をみれば目的が分かる。例えば、スロットがRNDリンクに属している場合、CATの項目があって、数種のネットワーク・サービス・モジュールにそのチャネルを聞くように指示し、また、遠隔セル・ノードには、そのチャネルを使用してある種のメッセージをネットワーク・サービス・モジュールに送信するように送信する。IRDまたはRIRリンクのいずれにもあると図示されているスロットは、指定時に随時２つのうちの１つとなることができるが、使用については、先のIRHスロットで使用を指示する中間データ端末による直接の動的な制御に基づく。
CATの分配はネットワーク層の機能であるが、物理層はチャネルが行う受信／送信作業のために使用するチャネルを知っていなければならない。ネットワーク・サービス・モジュールは１セットの全チャネルのいずれにもそのレポートを送信でき、ダウンストリーム（下り）・コマンドのために特定のサブチャネルを聞くことができる。種類の異なるネットワーク・サービス・モジュール、またはネットワークを共有する異なるユーティリティに属するネットワーク・サービス・モジュールは容易に共存でき、独占チャネルに割り当てることができる。ネットワーク・サービス・モジュールが指定したチャネルは永久に割り当てられるわけではないが、CATの項目は、ネットワーク・サービス・モジュールにチャネル指定の動的変更の情報が常に伝えられるように専用のサブチャネルで伝えている。分配後、そのCAT項目を探す場所をネットワーク・サービス・モジュールに送信する。CAT項目には、ネットワーク・サービス・モジュールの種類、例えば、８ビット、ネットワーク・サービス・モジュールが使用できる認可アップストリーム・チャネルのビットマップ、例えば、28ビット、およびダウンストリーム・コマンド用に指定された２つのサブチャネル、例えば、12ビットがそれぞれ含められている。多重サービス・ネットワーク・モジュールは、各種サービスのための別個のCAT項目が必要となることもある。電池式ネットワーク・サービス・モジュール、および即時応答を要するネットワーク・サービス・モジュールは、その項目を得るために１つのパケットだけを受信したい形でCAT分配サブチャネルに割り当てることができる。配線式ネットワーク・サービス・モジュール用のCAT項目は、数種類のネットワーク・サービス・モジュールが共有するサブチャネルで、ネットワーク・サービス・モジュールの種類により分類され、リストの長さを示して循環リストに載せることができる。CAT項目は必要な項目が見つかるまでサブチャネルから継続してパケットを受信することで得られる。
各スロットには１つのデータ・リンク・パケットを含むことができることに留意し、さらに当該全てのパケットには、物理層がパケットの開始を認知するために使用するための一定の長さのプリアンブルが付けられていることに留意すること。加えて、隣接したスロットをガード・タイムで隔離して、ネットワークでの不一致を調和させることができる。これにより、ネットワーク・サービス・モジュールを完全に同期化する必要性を緩和する。パケットは早かれ、遅かれ、制限内で始められ、さらに正確に位置を突きとめられ、受信

される。
TDMサブチャネル計画
タイム・ドメイン・チャネルを16のサブチャネルに再分割し、全帯域幅を小さく、約0.2％に分割して低帯域幅を条件とするアプリケーションに割り当てる。
サイクルの目的は、チャネルを小さなサブチャネルに再分割できることである。特に、1/2、1/4、1/8または1/16のチャネルサイズのサブチャネルを限定できる。例えば、３チャネルの1/2チャネルにはフレーム１つおきにチャネル３スロットを含み、または、これに代わって、偶数フレーム番号にのみ３チャネルを含む。これを図15に示しており、黒のフレームは、指定のサブチャネル（XXX0）が含められているフレームである。図15でも同様に、１つのチャネルを数個の同等でないサイズのサブチャネルに分割したもの、1/4、1/8および1/16サイズのサブチャネル、および１サイクル480の１秒チャネル周期から出る２つのRND｛０｝を示し、サブチャネルRND｛０｝.3.X000を構成する。
例えば、RND｛０｝.3.XX10は、RND｛０｝リンクの３チャネルの1/4サイズのサブチャネルを示す。"XX10"は、各サイクルからのサブチャネルとそのチャネルに属するのフレームの正確なサブセットの両方を指定する。基本的に"XX10"は２進数であり、番号が２進法で０と１に適合しているフレームがサブチャネルに属するスロットを含むフレームを表していることを示している。この例では、フレーム２、６、10および14はサブチャネルRND｛０｝.3.XX10に属するスロットを含む。このサブチャネル指定方法は、例えば、RND｛０｝.3.00XXのような不均衡に間隔をとったスロットを有するサブチャネルの可能性、または例えば、RND｛０｝.3.XXX0およびRND｛０｝.3.X010のような重なり合うサブチャネルの可能性を除外するものではない。状況はこの両性質が望まれるように存在できる。以下の発明が適用されている：ネットワーク・サービス・モジュールを扱う全てのチャネルの形式は:XXXY、XXYY、XYYYまたはYYYYであってＹは０または１を表す。さらに、０チャネルから７チャネルまでのみが、ネットワーク・サービス・モジュールが認識できるサブチャネルを作り出すために使用される。
３つのダウンストリームRNDスロットは、遠隔セル・ノードとネットワーク・サービス・モジュールとの明らかなリンクを表すことができる。一方、１チャネルにつき３つのアップストリームNRRスロットは単純に１個のリンクの単一部分である。所定のチャネルに送信できるネットワーク・サービス・モジュールは３つのNRRスロットのいずれにも送信を行うことができる。
システム静止時間の周期は、何らかの使用に向けてチャネルまたはサブチャネルを割り当てさえしなければ、容易に達成される。
物理層のデータ・パケットおよびスロット
物理層はタイム・スロットのための一般的概念モデルを使用し、各スロットは特定または最大サイズの単一データ・リンク・パケットを有する。
広域通信ネットワークの物理層は、スロット投入式パケット分配サービスをデータ・リンク階層に提供するよう規定されている。これは物理層の通常範囲の拡張であり、データ・リンク階層がパケット構造を構成するための２進数値のストリームを送受信するメカニズムを提供している。時分割多重は物理層の管轄区であり、サイズが規定され、分類された概念、スロットはデータ・リンク層に対して可視性があるため、パケット分配サービスは明らかな結果となる。加えて、ネットワーク・ノードは一般に無線チャネルを継続的に監視せず、またネットワーク・ノードは一般に、TDM構造と常に同期させておくための十分に精密なローカル・クロックを有していない。物理層は、予め決まった特定の信号パターンをデータ・リンク階層パケットに送受信することでスロット境界を確証する。当該プリアンブル・フィールドの確実な性質はトランシーバー（送受信機）のハードウエアの性能により決まる。
データ・チャネル・スロットは図16に示すように４つのフィールドを特徴としている。８ミリ秒の先頭ガード・フィールドは、連続のスロットを切り離し、遠隔セル・ノードを電力保存状態から目覚めさせ、送信または受信状態のいずれかに入らせる。そのガード・フィールドは更に、ネットワーク・ノードにスロット間のトランシバーを変更できる時間を

与える。プリアンブルはスロットとビットの同期を確立させるために使用される。データ・リンク階層パケットは、データ・リンク階層がフォーマット決定したビットの任意のシーケンスを送信する。スロットでパケットを受信しようとするネットワーク・ノードはプリアンブルが始まってから遠くの数個のビットを聴取し始めなければならない。従って、パケット・データ内容がプリアンブルのように見えれば問題は起こりそうもない。短後端ガード・フィールドでは、ネットワーク・サービス・モジュール時間をフレーム内でドリフトすることができ、データ・リンク階層パケットを次のスロット開始の前に完全に送受信することができ、さらに、サンプリング受信機が最後のビットの最後のサンプルにグリッチ（誤信号）を受けないように、送信機に最後のデータ・ビットを半分から全ビットの余分な時間を保留させる。データ・リンク階層パケットは規定の長さのものであるか、または明白な長さフィールドを有し、それゆえ、後端ガードは、停止”フィールドとして活動する必要はない。

図17は７つの異なる種類のデータ・チャネル・スロットのスロット特性を示したもにである。異なるビット率は多様なリンクに用いられており、このことは図の数値を見れば明らかである。データ・リンク・パケットの開フラグ・フィールドもまた物理層がこれを使用してパケットの開始を認知することができる。

データ・リンク階層へのサービス提供

物理層はデータ転送および時間検索サービスをより高い階層に供給する。ネットワーク・サービス・モジュールでの物理層はデータ・リンクやネットワーク階層に多くのサービスを提供する。これらのサービスは以下を含む：高い階層からリクエストが明示された時、ネットワークを同期させること、同期と同期間の現在の時刻を保持すること、および、リクエストよりこれをリターンすること；指定の長さのパケットを確認し、もし現在ならばこれを受信すること、または指定のチャネルまたはサブチャネルから、他の形で命令されるまでバイトを受信すること；指定スロットの開始を指定チャネル以内に配備し、指定のプリアンブルを送信し、次にデータ・リンク・パケットの一連のバイトを通過させること；および異常な状態を検出し、当該異常な状態が検出された時点で適切なステータス・リターン・コードでその動きを中止させること。

これらのネットワーク・サービス・モジュール・サービスに加えて、物理層もまた遠隔セル・ノードで追加のサービスを提供する。これらのサービスとは次の通りである；リクエストあればオペレーショナル・ステータス・フラグおよびカウンターをリターンすること；受信した信号をデジタル化したアナログ波形でリターンすること；あらゆるフレームのために中間データ端末からIRSスロットを獲得すること；少なくとも、存在するパケットがないという結果になる必要がある限り、必ずしも全てではないが、予め指定したチャネルのセットの遠隔セル・ノード・スロットに対する全てのネットワーク・サービス・モジュールを聞くこと；および、高い階層に利用できる次のパケットを作成すること；および、IRHスロットに到着した全てのパケットを受信し、高い階層へパスすること。

物理層はまた中間データ端末で追加のサービスも提供している。これらのサービスの内容は次の通りである；リクエスト（要求）によりオペレーショナル・ステータス・フラグおよびカウンターをリターンすること；受信した信号をデジタル化したアナログ波形でリターンすること；フレーム毎にIRSスロットを作成すること；および、RIQスロットを有する全てのチャネルのRIQスロットを聴取、受信した全てのパケットを高い階層にパスすること。

代替のスロット構造が数個のチャネルのために限定されている場合、リモート・セル・ノードおよび中間データ端末の物理層はこれらについて認識し、一般には以下のことができなければならない：（ａ）リクエストにより特定のスロットを受信または送信すること、（ｂ）指定されたスロットを継続して聞くこと、および（ｃ）数個の限定されたかまたは単純に引き出された数列を、指定されたスロットで繰り返し送信すること。この能力は遠隔セル・ノード対遠隔セル・ノードおよび中間データ端末対中間データ端末の相互作用をサポートする。ただし、おそらくは中間データ端末同期は例外となろう。遠隔セル・ノードおよび中間データ端末の物理的階層が、これに関してプログラムの作り直しができるフ

ィールドである必要はないが、むしろ、いずれ将来時間で上記の能力が必要な作業の一つとなることが求められている。

高レベル物理層同期原理－IRSスロット

図18に図示された同期（Ｓ）チャネルは物理層のためだけにあり、ネットワーク上での周波数、スロットおよび時間同期に達成するために使用される。中間データ端末は遠隔セル・ノードへの正確な周波数および時間検索および分散検索を保持し、次にこれらをネットワーク・サービス・モジュールへと中継する。

IDT－RCN同期

中間データ端末は正確な無線周波数とタイム・クロックを有し、これに他のネットワークが同期する。同期分配のための主要な媒体は同期（Ｓ）チャネルである。遠隔セル・ノードは中間データ端末が送信したIRSスロットからの同期メッセージを受信する。遠隔セル・ノードはRNSスロットとRNHスロットのネットワーク・サービス・モジュールへ同期メッセージを送信する。

図19に示しているＳチャネルIRSスロットは、中間データ端末がリモート・セル・ノードへ送信され、以下のフィールドを有している：

・時間同期および周波数検索パターン;112バイト；

・時間情報とフレーム情報を有するフラグ・パケット、合計40ビット、８つのスペアを含む；

・曜日、0..6、３ビット；

・時、0..23、５ビット；

・４で割った分、0..14ビット；

・フレーム番号、0..15、４ビット、フレーム番号もまた分の最低限重要な２ビットを提供し、:00または:30のいずれかで秒を示すことに留意すること；

・今日および明日のフラグで、日光の節約時間が有効か否かを示す；および

・CRC、16ビット。

30秒毎に中間データ端末は内部同期手順を行い、その同期手順には中間データ端末のRF受信機および送信機を使用されるので、RND/NRRスロット期間中にこの手順を行うことができる。理想的には、同期手順はＳチャネルでのIRSスロットの直前に行われなければならない。それゆえ、同期手順は28チャネルの前半半分の間に行えるようになっている。時間情報は他の何らかの形で遠隔セル・ノードへ送信できるが、すなわちCRCにはフレーム番号が必要であり、またその番号を保護しなければならないので、少なくともCRCにあるビットと同数のデータ・ビットをパケットに持つことは障害ではない。

リモート・セル・ノードは時間同期および周波数検索パターンを検索および認識して、周波数、フレームおよび時間同期を得ることができる。全体的に混乱している遠隔セル・ノードは送信しない。ただし、たとえ、時たま１つまたは２つのIRSスロットが落とされても、いったん同期すれば遠隔セル・ノードは正しく作動できる場合がる。遠隔セル・ノードがクロックとIRSスロットを確実に同期させるよう注意を払わなければならない。

IDT－IDT同期

中間データ端末間で同期を保持することは重要な問題である。フレーミング構造は、まず始めに、特別なサブチャネルを提供してこの活動を支持する。組になったRFチャネルの場合、中間データ端末マスターRFチャネルを用いて同期させることができ、この間、遠隔セル・ノードとネットワーク・サービス・モジュールは他のRFチャネルを使用する。サブチャネルIIS.0.0000、すなわち、図20に示すIDTとIDTのリンクにおけるＯチャネルの1/16サブチャネルは、関連する全ての中間データ端末に指定したマスター中間データ端末と同期させるために使用できる。マスター中間データ端末を聴取できない中間データ端末にこの同期を中継しなければならない中間データ端末がある場合、別のスロットまたは別のサブチャネルが必要となる。IISスロットは、IRSスロットと類似している。

NSM同期－RNSスロット

ＳチャネルのRNSスロットは、ネットワーク・サービス・モジュールがあまり努力しなくても見つけられるような大きくて容易に認識できるフレーム・マーカーの開始のためにあ

る。いったん挿入されれるとRNSスロットは無線周波数検索とサブセコンド時間同期の両方をフレームの開始に提供する。
RNSスロットは２つの目的のために使用される。最初の目的は、容易に見つけられ、容易に認識されるが通常のデータ・パケットに容易に乱されないフレーム同期パターンを提供することである。２番目の目的は周波数検索を提供することである。最初の目的を達成するために、スロットは、図21から22に示されている通りできるかぎり大きいものとし、以下の18ビットRNSフィールドの46シリーズが繰り返される：
・周波数検索として認識されるような倍の大きさの簡単な同期パターン（011111111110）、例えば、12ビット；
・RNHスロット（６）まで残存するRNSフィールドの番号の計数；およびRNHスロット直前の最終フィールド。これは以下を含む：
・周波数同期を確認するための22個の1;および
・４ビットRNS閉鎖フラグまたはRNH開フラグ。
RNSスロットフィールドでCRCを保護する必要はない。同期は固定され、次の計数フィールドは連続数値であり、本質的に冗長である。
ネットワーク・サービス・モジュールは、２つの異なる環境の下でRNSスロットから同期を得る。最初の環境は、ネットワーク・サービス・モジュールとネットワークとの同期に無理はないが、ネットワーク・サービス・モジュールが送受信の前に再同期をさせる必要がある場合に生ずる。この場合、ネットワーク・サービス・モジュールは、RNSスロットが挿入されたところで、多少とも突如現れ、そこから検索を始める。RNSスロットが一回または二回目の探索で挿入されることが望ましい。同期が必要な２つ目の環境は、ネットワーク・サービス・モジュールが全て失われ、同期を見つける必要がある場合である。この環境では、ネットワーク・サービス・モジュールは、任意の時間地点で探索を始める。環境にかかわらず、いったんネットワーク・サービス・モジュールがRNSスロットの探索を始めると、ネットワーク・サービス・モジュールは、特定的に、同じ歩みをたどる：（ａ）ネットワーク・サービス・モジュールは、ネットワーク・サービス・モジュールが同期パターンを聴取できるかを知るために、しばらくの間、聞くか、または探る；（ｂ）聞こえない場合、ネットワーク・サービス・モジュールはネットワーク・サービス・モジュール受信機を切り、待機し、再度聞く；（ｃ）パターンが見つかった場合、ネットワーク・サービス・モジュールはパターンをスキャンし、RNHフィールドの開始への計数を受信する。その計数はRNSフィールドのユニット内にある；（ｄ）ネットワーク・サービス・モジュールは同期を確認するために次の計数フィールドを調べるか、または単にRNHフィールドの開始まで時間を遅らせるかのいずれかを行う；（ｅ）RNHフィールドを受信する。
NSM－RNHスロットに対する時間分配
図23で示すとおり、ＳチャネルのRNHスロットは、遠隔セル・ノードがこれを用いてフレーム識別番号およびネットワーク・サービス・モジュールへの現在時刻を送信する。RNHスロットには、遠隔セル・ノードからネットワーク・サービス・モジュールへパスされた時間、フレームおよびプロトコル情報が含まれており、さらに次のものが含まれている：
・曜日、0..6、３ビット
・時、0..23、５ビット
・４で割った分、0..14、４ビット。フレーム番号もまた分の最低限重要な２ビットを示し、:00または:30のいずれかで秒を示すことに留意すること；
・フレーム番号、0..15、４ビット；
・今日、明日の日光の節約時間、合計２ビット；
・アクティブ・CATのID、0..3、２ビット、つまり、４つのチャネル割当表はどの時間でも決めることができるが、限定された時間にアクティブであるのは１つの表だけである。
ネットワーク・サービス・モジュールがこれらの表の１つ以上の項目を記録できる場合、広域通信ネットワークは即座に、または少なくともフレーム境界で、即時に現れて短時間保持できる特定の例外的な環境を処理するために設定できる別の表に切替えることができ

る；これらの環境は、メッセージ、例えば、警告を緊急に通過させることができるように、帯域幅を緊急に分配しなければならない場合がある。全てネットワーク・サービス・モジュールが４つのCAT項目を保持する必要があるわけではない;1つのみを処理できるネットワーク・サービス・モジュールに関しては、そのシステムが別の表にシフトした場合、そのネットワーク・サービス・モジュールは送受信の許可が得られない。これに代わって、”ダンパー”ネットワーク・サービス・モジュールが通常どおり作動するように、表と表の間に共同体をいくつか有することができる；あるいは、例えば、０から５チャネルはただ１つのCAT項目を有することができるが、15から28チャネルまではデュアル項目を有することができる。この時、”ダンパー”ネットワーク・サービス・モジュールは０から15チャネルのみを使用することに限定される。

・CATバージョン・シーケンス番号、0..15、４ビット、このフィールドは、チャネルの指定が変わり、新しいCAT項目が得られた時間をネットワーク・サービスモジュールに通知する；

・未来の限定のために保存されている予備のビット、例えば、８ビット；および・CRC、例えば、16ビット。

RNHスロットに含められているフィールドはネットワーク・サービス・モジュール受信時間の合計を最小限にするために選ばれている。ネットワーク・サービス・モジュールは周期的にフレーム同期と周波数同期を探さなければならないので、それを拾い上げるめに別個のサブチャネルへ行くよりも同時に時間情報を拾い上げる方が良い。CATバージョン番号フィールドでは、ネットワーク・サービス・モジュールは、CAT項目を周期的に拾い上げるよりも、必要時にのみこれを得ることができる。

データ・リンク階層の定義

中間データ端末と遠隔セル・ノード・データ・リンクの方が遠隔セル・ノードとネットワーク・サービス・モジュール・リンクに比べて従来型のものである。データ・リンク階層は、代表的にはネットワーク階層メッセージをパケットに入れること、および必要な同期、エラー、フロー制御と物理的にリンクしてパケットを確実に転送することに関係している。データ・リンク・プロトコルは一般に、２つのネットワーク・ノードに直接連結している単一の物理的リンクを使用することに関連する。

RCN－NSMリンク

広域通信ネットワーク・データ・リンク階層は、より従来的な通信ネットワークに見られる能力の多くを要求したりサポートしたりしない。代わりとして、全ての連結が固定され永久のものと考えられる。いずれにしろ、開／閉の力学的な連結を要求していない。ネットワーク・サービス・モジュールは自動的に送信するので、ポーリングされない。メッセージのほとんどが、成功できる機会を増やせるよう一回以上送信されるが、メッセージの送信は保証されていない。高い階層は直接または間接的に受信の確認が得られるが、個々のパケットには知らされない。高い階層のメッセージが多数のパケットへ分散された場合、高い階層のメッセージは自蔵されるか、または番号が明確に付けられるかのいずれかであるが、データ・リンク階層は、受信されたパケットが転送と同じ順序で高い階層に送られるという保証はしない。フロー制御は一般に個々のネットワーク・サービス・モジュールと遠隔セル・ノードとの間には存在しない。ネットワーク・サービス・モジュールは通常は１日に１つかみ程のメッセージを発生させるだけで、時にはほとんどメッセージを受信できないこともある。

データ・リンク階層は、包括的な放送を含めてデータ・リンクのアドレスを認知する。またこの階層は、受信の時に確認されるCRCチェック・フィールドを全てのパケットに含むことによりエラー制御も行う。CRCの確認ができなかったパケットは通常通り計数され、捨てられる。遠隔セル・ノードはまた、パケットをデジタル化アナログ信号としてとらえるというオプションも提供している。

IDT－RCNリンク

中間データ端末と遠隔セル・ノードとのリンクは、より従来型のマスター／スレイブ・ポーリング式アクセス・リンク、または、HDLC用語では、不均衡な標準の応答モードである

。マスターとしての中間データ端末はプロトコルの完全性に責任がある；全てのダイアログを開始させ、いずれの方向でも再送信が必要な時を決定し、ダイアログが同期から逸れた場合、調整を行う。データ・リンク・アドレスの認知とCRCエラーの検出は従来型のものである。パケットのシーケンス番号；うまく受信された最後のパケットのシーケンス番号をリターンすることによる認知；次に、パケットの再送信が行われる。分離したシーケンス番号は、個々にアドレスされ、放送されるパケットのストリームのために用いられる。フロー制御は、各パケットが次のパケットが送られる前に認知できるような機能になっている。ただし、中間データ端末から遠隔セル・ノードへの放送およびRIQは例外とする。

全ての遠隔セル・ノードが放送を受信したことを確認するには比較的長い時間を要するので、認知を求める前に数個のパケットを送ることができる；これは、スライディング・ウィンドウや、選択式の拒否APQプロトコルにより行うことができる。このような放送の包括的な性質に必要なことは、CDTが責任をもって、IDTを調整して全てが同時に送信されたことを保証すること、および再送信が必要な時を決定することである。

リモート・セル・ノードは、HDCLの不均衡な非同期式応答モードつまりARMと同様に、パケットをRIQリンクに非同期式に送り、ポーリングを要求することができる。

データ・リンク階層の定義

数個の用語を用いてデータ・リンク階層を定義しており、定義については以下の通りである。

フロー制御：フロー制御とは、送信局がデータのために受信局にオーバーフローを確実に生じさせないための技術をいう。

ストップ・アンド・ウェイト・フロー制御：ストップ・アンド・ウェイト・フロー制御とは、目的ノードが現在のパケットを認知するまで、ソース・ノードが別のノードを送信しないようにする技術をいう。

スライディング・ウィンドウ・フロー制御：スライディング・ウィンドウ・フロー制御により、各パケットはｋ－ビット・シーケンス番号で分類され、最大ｎ＝2k－１までのパケットはソース・ノードが認知のために停止および待機をしなければならない前に送信が可能である。目的ノードは、シーケンス番号を示すパケットをソース・ノードに送ることにより１つ以上のパケットを認知し、目的ノードは次のパケットを受信することになる。

エラー制御：エラー制御とは、パケットの送信中に生じるエラーを検知し、訂正するメカニズムをいう。干渉環境が目的ノードに影響を及ぼして、パケットが送信されたことを認知できなかった場合に、パケットが失われることがある。ダメージを受けたパケットは受信はされるがビットにエラーが生じる。これらのメカニズムは自動反復リクエスト（ARQ）と称され、以下のエラー制御技術が一般に適用される：

・エラー検知：典型的にはCRCが使用される。

・正の認知（肯定応答）：受信機は、うまく受信され、エラーの無いパケットに対してACKを送り返す。

・時間切れ後の再送信：ソース・ノードは予定の時間内で認知されなかったパケットを再送信する。

・負の認知（肯定応答）：目的ノードはエラーが検出されたパケットに対してNAKを送り返す；放送リンクにおいては、ノードは、１つ以上の妨害パケットを受信していないことを次にうまく受信したパケットが示した場合に、NAKだけを送り返すことができる。

ストップ・アンド・ウェイトARQ:ストップ・アンド・ウェイトARQはストップ・アンド・ウェイト・フロー制御に基づいている。目的ノードは受信した各パケットに対してACKまたはNAKを送り返し、ソース・ノードは、パケット原本またはパケット原本の認知のいずれかが失われた場合に、時間切れを使用しなければならない。ACKが失われたことによりソース・ノードが再送信をした場合、典型的には最小１ビットのシーケンス番号にパケットに付けられる。この技術をスライディング・ウィンドウ・フロー制御に適用している場合、この技術を継続的ARQという。

ゴー・バック・Ｎ　ARQ:ゴー・バック・Ｎ　ARQとはスライディング・ウィンドウ・フロ

ー制御に基づく継続的なARQの変形である。複合のパケットが送信され、１つのパケットが失われた場合、すなわち、ソース・ノードはACK/NAKの待ち時間切れとする、または損傷を受けた場合、すなわち、目的ノードは、NAK、次にそのパケットおよび送信された後に来たパケットを送り返す。ACKが紛失または損傷したが、ソース・ノードが時間切れとなる前に次のACKが送られた場合、後のACKは累積され、再送信の必要はなくなる。パケットにはシーケンス番号を付けなければならず、最大ｎ＝2k－１までのACKが顕著となる。

選択的拒否ARQ:選択的拒否ARQを用いて、再送信されたフレームのみがNAKを受信するか、または時間切れとなるフレームである。ソース・ノードと目的ノードの両方はもっと込み入っており、シーケンスから出たパケットを格納し、処理することができなければならない。目的ノードはシーケンス番号を用いてパケットが失われたか否かを決定し、次のパケットの受信にとりかかることができる。ｎ＜2k－１のウインドウの大きさは、ソース・ウインドウと目的ウインドウの間にオーバーラップがないことを保証しなければならない。

RCN－NSMリンクでの信頼性のあるデータ送信の獲得

競合多重アクセスとのデータ・リンクおよびパケット・エラー検出は、ただし、認知はこの限りではないが、メッセージ送信の高い可能性を得るために他の技術に頼っている。

パケット無線送信は、時として、ノイズ、妨害、衝突のために紛失または崩壊することがある。ビルドイン・セルフテストができないネットワーク・ノードは無線送信を停止する。そのシステムは幾つかの抜き取りレベルでエラー制御を行う。

エラー検出および訂正

受信した信号は、パケットとして考慮される前にメッセージを予め決めた特定の物理的同期パターンにマッチングさせて、ノイズやいくつかの崩壊メッセージを抜き取る。フレーム／チャネル構造を創造するために用いられるビットのパターンもまた、ノイズにより、または合法的な真のメッセージのいくつかは同じに見えるために、誤解が生じるのを防ぐために選択される。一般に、２つのレベルの機構は、予定した時間間隔をもって切り離された２つのパターンが適合した時点で使用される。全てのパケットは巡回符号、例えば16ビットCRCなどを用いて、符号化することで保護が強化され、ある程度の情報冗長に応えられる。要求がなくても、エラー訂正符号を使用してある種類のエラーを回復させることができ、例えば、ハミング符号で単一のエラー訂正を達成することができる。単一のエラー訂正はまた、盲目的な強引な検索方法を用いて、かなりの計算コストでCRCだけで達成できる。

パスの冗長性および衝突の回避　他の形の冗長性、いわゆるマルチパスの冗長性がシステムに存在する。NRRリンクにおいて、数個の遠隔セル・ノードは潜在的に同じネットワーク・サービス・モジュールの送信を聴取することができる場合がある。さらに、異なる伝送パスが使用されるため、および衝突に備えて、異なる捕捉率が存在し、遠隔セル・ノードの幾つかはうまくメッセージを受信できる。RNDリンクでは、数個の遠隔セル・ノードが同時に送信し、こうして、特定のネットワーク・サービス・モジュールと遠隔セル・ノードとの間で一時的に接続されたパスはネットワーク・サービス・モジュールが別の遠隔セル・ノードからのメッセージを聞けないようにする。NRRやRIQなどの競合アクセス・リンクでのパケットの衝突が起こった場合、任意の一時的な分配アルゴリズムは時間を越えてメッセージを広げて、このような衝突を回避できるようサポートし、２つの衝突しかかっていたメッセージは実際は捕捉効果により正しく受信される。

メッセージの冗長性および十分な自己能力

AMRサービスへのアプリケーション階層はメッセージの冗長性を、別の手段を用いてデータを確実に送信できるようにしている。図24は、多様な形の冗長性を示したものである。ほとんどのデータは拡張した時間周期で、数回報告され、累積の形で、紛失メッセージの衝突を更に減らすようにしている。ネットワーク・サービス・モジュールへのダウンストリーム・コマンドはまた何回も繰り返される。これらのコマンドは一般に性質上完全である；ネットワーク・サービス・モジュールを“トグル”するコマンドは回避される。

一般的なデータ・リンク・パケット構造

広域通信ネットワーク内のリンクに使用されるデータ・リンク・パケットのデザインはHD

LC規格を漠然とモデル化したものである。第１に考慮されたのは比較的遅いデータ信号速度のチャネル、例えば短い時間のスロットの効果的な使用である。
周知の規格データ・リンク・パケットの構造、HDLCのフレーム・フォーマットを図25に示す。この構造を用いて、フラグ・フィールドはパケットの開始と終結をはっきり区別し、可変の長さ情報フィールドの長さを暗黙のうちに規定する。ソースまたは目的アドレスは、バイト単位で、拡張アドレス・フィールドで指定される。８ビットまたは16ビットで、より大きなシーケンス番号を希望する場合、制御フィールドはパケットの種類、例えば、情報、管理または番号無しなどを確認し、送受信シーケンス番号を入れる。数種類の管理機能により、フロー制御を管理し、パケットの再送信を要求できるようになっていいる。番号が付けられていない種類のパケットは機能モードをうまくさばき、他の種類のデータ・リンク関連状態を送信するために使用される。その構造は二方向ポイントからポイントへの連結用に設計されており、ここで全てのパケットは認知され、局は多重に送信されたパケットを明確に認知した状態で有することができる。
多様な各広域通信ネットワーク・リンクはHDLCフォーマットを漠然とモデル化したものだが、特別の使用および特定のリンクのために最適化したデータ・リンク・パケット構造を有している。一般にデータ・リンク・パケットを設計する場合、物理層のプリアンブルがパケットに優先する；このプリアンブルはスロットの開始を認知するために必要である。受信されたプリアンブルのビット数値が有効か否かを問わず、パケットはCRCの最終ビットで終結する。ただし、その物理層は、送信機がCRCの最終ビットの後に任意の数値を有する少なくとも１つのビットを送信できることを要求している。フラグ・パターンはデータ・リンク・パケットの開始を示す。このフラグ・パターンはデータ・リンク・パケットの一部と考えられるが、物理層もまたラグ・パターンを使用してスロットの開始を認知し、さらにこのフィールドがデータ・リンク階層で使用できるようにしている。
特別な種類のデータ・リンク・パケットを設計する場合、IRDおよびRIR用以外のパケットは長さが指定され、パケットのサイズはRNDおよびRNCを除いてバイト倍数とする。図26で示す通り、IRDリンク・パケットは、それが常に先のIRHパケットと対になっているという点で特別である。RNDパケットは、その構造がCATサブチャネル指定により決定するという点で特別である。さらに、各リンクはアドレス指定の固有の形式に関連している:NRR、RIRおよびRIQパケットにはソース・ノードのアドレスフィールドがある;IRHパケットには目的ノード・アドレス・フィールドがあり、ここでアドレスが放送される場合がある;IRDパケットは暗黙のうちに、同じ目的ノードを優先IRHパケットと称している;RNDのアドレス指定はCATが指定したサブチャネル使用に左右される；および、RNCは暗黙のうちに放送専用のリンクである。最後に、データ・リンク階層はネットワーク階層と制御フィールドを共有し、全てのパケットは16ビットCRCチェック・フィールドにより保護されており、基数が最も重要なバイトで送信され、まずはバイト以内のビットで行われる。図27から図30は、RIRデータ・リンク・パケットの構造、IRHデータ・リンク・パケットの構造、NRRデータ・リンク・パケットの構造、およびRIQデータ・リンク・パケットの構造をそれぞれ示している。
データ・リンク・パケットの構造－RNDとRNCのリンク
RNDリンクは、コマンドおよびオペレーティング・テーブルネットワーク・サービス・モジュールへ分配するために使用される。送信およびアドレス指定には様々な方法が用いられ、それぞれが独自のデータ・リンク・パケットの構造を有している。CATは特定のサブチャネルで送信されるアプリケーション・メッセージの種類を指定し、直接にデータ・リンク・パケットのフォーマットを指定する；そのサブチャネルで送られた全てのパケットは同じ分配方法で、従って、同じ構造でなければならない。
広域通信ネットワークのデータ・リンク階層はRNDリンクにおけるメッセージ用に３つの分配メカニズムを用いている。第１に、特定のクラスに属している全てのネットワーク・サービス・モジュールが受信するようになっているメッセージについては、通常はネットワーク・サービス・モジュールの種類に基づき、クラス・アドレスへ放送される。図31は、クラス・アドレス・データ・リンク・パケット構造に対するRND放送を図解したもので

ある。第２に、個々のアドレスに対する放送は、一個のネットワーク・サービス・モジュールへのメッセージのために用いられる；そのメッセージは周期的に送信され、ネットワーク・サービス・モジュールが結果的にメッセージを聴取されるようになっている。第３に、逆ポーリング（リバースポーリング）も同様に一個のネットワーク・サービス・モジュールへのメッセージのために用いられるが、メッセージは、ネットワーク・サービス・モジュールが逆ポーリングを明白にリクエストするメッセージを送るまでは、送信されない。図32は、個々のアドレスおよび逆ポーリング・データ・リンク・パケット構造に対するRND放送を図示したものである。１つの分配メカニズムは特定のサブチャネルにのみ使用され、そのサブチャネルを聴取するネットワーク・サービス・モジュールは使用しているメカニズムを認識する。

一般に、データ・リンク・パケットのデータ・リンク階層アドレスもまた、データ・リンク・パケットで送信されるメッセージ用のネットワーク階層アドレスと考えられる。ただし、これは、同時にネットワーク・メッセージ・フィールドの明白なネットワーク階層アドレス・サブフィールドをネットワーク階層が有するのを妨げるものでない。実際、ネットワーク・サービス・モジュールのために三等分されたアドレス指定は、この形でサポートされ、データ・リンク階層はこれらのメッセージについて、クラス・アドレスに対する放送を使用し、ネットワーク階層にはアドレスフィールドが追加される。

RNCリンク

RNCとRIQのリンクは各データチャネル毎に共有のスロットを有している。中間データ・端末は、IRHパケットで特別なアプリケーション制御コマンドを発信することができ、このコマンドはRNC/RIQスロットの直後の遠隔セル・ノードによってエコーされる。図33はRNC放送特別アプリケーション制御データ・リンク・パケット構造を図解したものである。

動作の測定

データ・リンク階層モジュールは標準および除外データ・リンク・イベントの数を保存している。この統計はシステム同調および故障の診断に使用される。

通信ネットワークの各階層は、各ノードで、ネットワーク操作の統計的概要を収集する。この多数の統計的概要により、ネットワークの管理者はシステムが正しく稼働しているかを決定することができ、同調できるパラメータの数値を決定し、故障の原因を突きとめることができる。統計には次のものが含められている：

・送信されたパケットの数
・パケット再送信の数
・有効なCRCで受信されたパケットの数
・CRCエラーのあったパケットの数
・プロトコル妨害の数

さらに、高い階層は、復号化された二進形式で、CRC有効パケットと共にCRCエラーを有するパケットまたは不良のプリアンブルが入ったパケットを、またはパケットをデジタル化アナログ信号として、中継するようデータ・リンク階層に要求することができる。

ネットワークと物理層との相互作用

図34のデータ・リンク階層は、ネットワーク階層96にサービスを提供する一方で、物理層98のサービスを使用する。使用する物理層98のサービスは、特別チャネルまたはサブチャネルの特別なスロットの開始を待つこと；周波数を選択すること；バイトのストリームを送信すること；デコードした生のデータ・バイトのストリームを受信すること；復号化された数値と共に、アナログ信号をデジタル化したサンプルのストリームを受信すること；進行中の操作を打ち切ること；現在時刻の正確な数値を得ること；物理層ステータスおよび操作上の測定値を得ること；物理層をネットワークに同期させることを明確にリクエストすることを含む。

ネットワーク階層96に対して提供されるサービスは、パケットにネットワーク・メッセージを入れ、ネットワーク・メッセージを特定のスロットに入れること；予め決められたスロットからパケットを受信し、CRCを確認し、ネットワーク・メッセージ・フィールドを引き出して、バッファー（緩衝）し、さらにリクエストによりそれらをリターンすること

；および、ステータスおよび操作上の測定値を、物理層98からのものと共にリターンすることを含む。

ネットワーク階層の全体像

OSTモデルによるネットワーク階層は単一のネットワークで、出発点から目的地まで、あるいは１つ以上の中間ネットワーク・ノードを通して、メッセージを分配する役割を担っている。図34で示すように、広域通信ネットワークのネットワーク階層96は、従来型の通信ネットワークでは見られないいくつかの機能を果たす。

ネットワーク階層96の目的はアプリケーション階層要件をサポートする一般化した通信メカニズムを提供することにある。ネットワーク全体の制御はネットワーク階層にあると考えられている。本発明によって請求する通り、ネットワーク階層96は、OSIトランスポートやネットワーク階層と関連するエンド－to－エンドトランスポートの目的を達成している。ネットワーク階層96は高い階層をデータ送信から隔離して、システム間のエンド－to－エンド連結を確立し、保持し、終結させるためのテクノロジーに切り換える。この連結では、システムが直接に連結されていない場合、多くのデータ・リンクを一列に並んだ状態で連結させることができる。ネットワーク階層96は高い階層にメッセージ送信サービスを提供し、アプリケーション階層メッセージを送信する。

広域通信ネットワークは主に階層型ネットワーク・アーキテクチャーでの非連結データ通信をサポートするよう計画されている。この計画目標は念頭において、ネットワーク階層機能が提供できるものは：

・ノード・アドレス指定
・ルーティング
・中間データ端末による遠隔セル・ノードのポーリング戦略
・ネットワーク制御に関連するパケットのフォーマット
・パケット優先度－関連するメッセージの遅滞
・チャネル割当表（CAT）－関連するメッセージのスループット
・アップストリーム（上り）（レポート）伝送
・ダウンストリーム（下り）・メッセージ、例えば、コマンド伝送
・クラスまたは階層アドレスに対する放送
・個々のアドレスに対する放送
・逆ポーリング
・傍受、冗長なメッセージ減少の形式
・ネットワーク制御、遠隔セル・ノードへのダウンロード
・オペレーショナル測定値

メッセージのサイズがかなり小さいため、送信情報の量を最大にするために、ネットワーク、データ・リンクおよび場合によりアプリケーション階層メッセージ・フィールドでさえも、低い階層のパケット／フレーム内で高い階層のメッセージを押し込めないで、時には階層で共有する。実際、低い階層フィールドが高い階層のエンティティに対して可視性があることは随時明白である。

広域通信ネットワーク内でのアドレス指定

広域通信ネットワーク内のネットワーク・ノードには唯一のネットワーク・アドレスがあるが、各種ノードではアドレスのスペースを分離してとっている。ノードのアイデンティフィケーション（識別子）（ID）はそのノードのネットワーク、データ・リンクおよび物理層のアドレスとして役割を果たす。ノードは、環境によっては、中央データ・端末でのみ認識される多種アプリケーション階層アイデンティフィケーションを有することができる。またはノードはノードが応答する第２クラスまたは階層アドレスを有することができる。

個々のノード・アドレス

アドレスとは、使用リンクに関連するデータ・リンク・アドレス、すなわち、NRR/RNDリンクにおけるNSMアドレスやIRD/RIRリンクにおけるRCNアドレスと考えることができるが、同時に、ノード間に個々の物理的なポイント－トゥ－ポイント・リンクがないネットワ

ーク・アドレスとも考えられる。図35は、ノードの種類別にアドレス・スペースを示したものである。図36は、階層アドレス指定および選択された／選択されないネットワーク・サービス・モジュールの例を示したものである。アドレス・スペースのサイズは、存在すると考えられるどのネットワークよりも相当に大きい。ネットワーク・サービス・モジュール・アドレスは各種ネットワーク・サービス・モジュール・アドレス内で唯一のものでなければならない。従って、８ビットのフィールドはNSMタイプを指定した場合、NSMアドレスのスペースは潜在的に図35に示すスペース・サイズの256倍となる。

アップストリーム・メッセージは中央データ端末への送信用に内在的にマークされており、そこで、メッセージは、内容、即ち、主にNSMおよびメッセージの種類に基づき、適当なアプリケーション・処理へ再び向けられる。一般に、ダウンストリーム・メッセージには目的アドレスだけが書き込まれ、アップストリーム・メッセージにはソース・アドレスだけが書き込まれる。遠隔セル・ノードはネットワーク・サービス・モジュールから聴取されるメッセージを受信する。ポーリングされると、遠隔セル・ノードはアップストリーム・メッセージを匿名の中間データ端末に中継するが、遠隔セル・ノードの応答、またはRIQを聴取された中間データ端末は、まず初めに、ソース・リモート・セル・ノードとその制御下にあるものとを照合する。各中間データ端末にはまたIDT－CDTネットワークと結合する別のアドレスもある。

放送アドレス指定

数種の放送アドレスを使用する。無線媒体の放送性質に従って、受信先がたった１つしかない場合でも、メッセージは放送される。遠隔セル・ノードおよび中間データ端末に向けてそれらのメッセージは多重放送媒体に存在しなければならなず、全ての１のアドレスは、全てに対して放送を指示するために保存されなければならない。このような放送で用いられる遠隔セル・ノードのセットはメッセージを送信する中間データ端末の種類により異なる。全ての中間データ端末が同時にメッセージを放送した場合、全ての遠隔セル・ノードはそのメッセージを聞くチャンスがある。たった１つの中間データ端末が受信した場合、メッセージはその中間データ端末で聴取される範囲内の遠隔セル・ノードのみに送信されると考えられる。メッセージの内容は、特別なグループの遠隔セル・ノードへのメッセージをさらに制限するように規定することができる。

ネットワーク・サービス・モジュールについては、放送アドレス指定は数種の異なる環境で行われ、各環境ごとに様々に処理される。全てのネットワーク・サービス・モジュールに発信する情報については、その情報が占めるスロット／サブチャネルによってのみ識別される；アドレスは指定しない。たった１つの種類のネットワーク・サービス・モジュールに発信する情報もある。その情報はサブチャネルによってのみ識別されるか、または当該種類のネットワーク・サービス・モジュールをアドレスとして使用することで識別されるかのいずれかである。１つだけのネットワーク・サービス・モジュールに送信する情報については、ネットワーク・サービス・モジュールの種類とアドレスが要求される；これに代わり、チャネルに種類が含まれている場合、種類は削除できる。最後に、特別な種類のネットワーク・サービス・モジュールののサブセットまたは階層アドレスに送信する情報がある場合、階層アドレスを認知する全てのネットワーク・サービス・モジュールは、その正規のIDに加えて24ビット階層アドレスを自らに割り当てる。送信パケットの階層アドレスは２つの部分を有し、１つ目は24ビットパターンであり、２つ目は、アドレスを指定されたネットワーク・サービス・モジュールに一致するネットワーク・サービス・モジュールに割当られた階層アドレスのビットと適合するパターン・ビットを選択する24ビット・マスクである。ネットワーク・サービス・モジュールのアドレス指定の種類は、送信するメッセージの種類毎に予め決まっており、ネットワーク・サービス・モジュールはこれを認識している。指定したサブチャネル内では、たった１つのNMSアドレス指定メカニズムが用いられる。

広域通信ネットワークにおけるルーティング

階層型ネットワークにおけるメッセージ・ルーティングは、全てのルートが直接的であると率直に考えている。しかし、ダウンストリーム伝送の多重放送の性質はネットワーク広

域同期化のもう一つのレベルを導入させ、すなわち、中間データ端末間の同期化または遠隔セル・ノード間の同期化を引き起こす。ネットワーク・サービス・モジュールへの逆ポーリンングの伝送は重大なルーティング（ルート指定）決定を行わなければならないネットワーク・トラフィックの一種である。
アップストリーム方向では、ネットワーク・サービス・モジュールは特定の中間データ端末に送信することはなく、メッセージを聴取する遠隔セル・モードがあれば、これが、メッセージをポーリングする中間データ端末にメッセージを中継し、中間データ端末はポーリングされた時にメッセージを中央データ端末に中継する。これに関して、唯一決定することは、特定の遠隔セル・ノードをポーリングする中間データ端末の種類である。
ダウンストリーム方向では、個々の中間データ端末または遠隔セル・ノードに送信したメッセージは中央データ端末から直接行けるパスがあり、各遠隔セル・ノードは単一の中間データ端末に割当られるよう想定されている。遠隔セル・ノードに送信した放送メッセージは全ての中間データ端末により同期化されて送信される。全体の構想に浸透している１つの基本概念とは、いくつかのネットワーク・ノードが同じ情報を同調させて送信することでダウンストリーム通信がほとんど行われることである。これは、１つには、中間データ端末が遠隔セル・ノードへ放送する結果となる。中央データ端末と中間データ端末とのリンクはほとんど多重放送媒体とは言えないので、中央データ端末は全ての中間データ端末へ同時に通信を行うことはない。それゆえ、中央データ端末は各中間データ端末に別個に話かけるので、中央データ端末は、中間データ端末が共通の未来時間に遠隔セル・ノードへ放送を開始するよう段取りする。中間データ端末は、遠隔セル・ノードに同様な段取りをすることから、全ての遠隔セル・ノードは、ネットワーク・サービス・モジュールへ発信するほとんどのメッセージを同調させて送信する。
逆ポーリングにメッセージを受信した時に真のルーティングを決定することができる。当該メッセージは、送信先のネットワーク・サービス・モジュールの逆ポーリングを聴取されるような、いわゆる最大４つまでの遠隔セル・ノードにのみダウンロードされる。全てのメッセージを全ての遠隔セル・ノードに送信することに比べて、遠隔セル・ノード・メモリ条件は少なくなり、メッセージ・スループットは、ネットワーク・サービス・モジュール・逆ポーリング・メッセージが個々の遠隔セル・ノードへ送信された時に増加する。しかし、各候補の中継遠隔セル・ノードへ別々にこの送信を行わなければならないという犠牲を払うことになる。中央データ端末のルーティング表は、各ネットーク・サービス・モジュールのために、正常にルーティング表を聴取する遠隔セル・ノードを記録しなければならないことになる。
その完全なルートは以下を含む：
・中央デー端末－送信源
・中間データ端末－遠隔セル・ノードが最良に最後まで送信できるようにしなければならない中間データ端末
・遠隔セル・ノード－目的のネットワーク・サービス・モジュールを正常にきき取れ、最後の送信をおこなうために選択したノード
・ネットワーク・サービス・モジュール－送信の目的地
ルートを有効にするために、ネットワーク・サービス・モジュールとそれを聴取する遠隔セル・ノードとの間に数種類の相互関係が存在しなければならない。これは、遠隔セル・ノードが、ネットワーク・サービス・モジュールの逆ポーリングを聴取する場合のみ、逆ポーリング・メッセージを送信できるからである。
逆ポーリング・メッセージの個々の遠隔セル・ノードへの伝送にとって代われる１つ手段は、全てのメッセージを全ての遠隔セル・ノードへ放送することである。
第２の代替手段では、各遠隔セル・ノードが、遠隔セル・ノードで正常に聴取することができるネットワーク・サービス・モジュールのリストを確保する必要があり、全ての逆ポーリング・メッセージが全ての遠隔セル・ノードに放送したとしても、送信先のネットワーク・サービス・モジュールから聴取した遠隔セル・ノードのみが後の送信のためにメッセージを格納することになる。少量のトラフィック・システムに関しては、全てのメッセ

ージを全ての遠隔セル・ノードに放送することができる。
さらに別のアプローチとして、中間データ端末とネットワーク・サービス・モジュールの可視性との間に相互関係を持たせることがあり、この中間データ端末はネットワーク・サービス・モジュールを聴取することができる遠隔セル・ノードをポーリングする。このようにして、中央データ端末はターゲットのネットワーク・サービス・モジュールと結合する中間データ端末のみに逆ポーリング・メッセージのルートを指定することになり、さらにその中間データ端末を聴取することができる遠隔セル・ノードだけがNSMメッセージを受信する。遠隔セル・ノードに通信先の中間データ端末について認識させることで、中間データ端末を聴取することができるが、中間データ端末が、ポーリングしない遠隔セル・ノードがダウンロードで動作しないことを認識するように考慮することは、今日では有益なことである。ポーリング中の中間データ端末を遠隔セル・ノードに知らせることに関して起こっている議論とは、中間データ端末が失敗した場合、他の中間データ端末が、おそらくはシーケンス番号非連続性を知らせるよりもむしろ、遠隔セル・ノードに認識させずに、その遠隔セル・モードを引き継げるかどうかという点である。しかしながら、引き継げなかった中間データ端末の役を演じる”ために中間データ端末をセットアップすることができる。明らかに最良な妥協点は、遠隔セル・ノードがその責任により、中間データ端末にそのIDを与えるようにし、ダウンロードが、特別な中間データ端末に属するRCNのみのターゲットになるようにする。中間データ端末のIDは、逆ポーリング・メッセージのような特別なタイプのダウンロードのために、最初に、遠隔セル・ノードを構成または再構成するためにのみ用いられる。
IDTによって使用されるRCNポーリング戦略
中間データ端末に用いられる遠隔セル・ノード・ポーリング戦略には、中間データ端末が遠隔セル・ノードにポーリングする順序、中間データ端末がRIQに応答する方法、ステータスのためのダウンロードおよびポーリングがメッセージのためのポーリングと分散される方法、および１つのみの中間データ端末が同時にRFチャネルを使用できるように隣接の中間データ端末を調整すること、などが含まれる。
中間データ端末は、個々の遠隔セル・ノードに対する最小のポーリング率を保証するために規定された１セットのルールに従って、その遠隔セル・ノードをポーリングする；必ニーズに応じたアテンションを動的に調整する；適宜にRIQに応答する；μRTUに適切なアテンションを提供する；半二重リンク（IRDおよびRIR）を適切に割り当てる；および、周期的に遠隔セル・ノード・ステータス報告を収集する。ニーズに応じたアテンションを動的に調整する必要性を拡大するために、１つの遠隔セル・ノードに20のメッセージがあり、さらに別の遠隔セル・ノードに200のメッセージがある場合、明らかに、後者の遠隔セル・ノードがポーリングの頻度を上げ、両遠隔セル・ノードが類似のバッファ・サイズを有するようにする。高い優先度を有するメッセージの内容について類似の問題が生じた。
そのシステムの目的は、ネットワークの様々な部分にある中間データ端末がその遠隔セル・ノードに同時にポーリングできるようにすることである。中間データ端末が相互に近接している場合、または遠隔セル・ノードが多重中間データ端末の範囲内にある場合、ポーリング戦略はまた、同時ポーリング／応答が相互に妨害しないような方法を提供している。１つのアプローチとして、中間データ端末が、中央に割り当てたチャネルのみのIRリンクにアクセスできるようにしている。別のアプローチとして、自動－構成により各遠隔セル・ノードに使用するアンテナの情報を提供し、中間データ端末で方向アンテナを用いる。第３のアプローチは、全ての中間データ端末動作について中央データ端末を完全に制御することである。全てのアプローチは、用いるポーリング戦略に派生効果がある。
遠隔セル・ノード・ポーリング問題に対する代替のアプローチには、中央データ端末にポーリングの段取りとらせ、全ての中間データ端末に知らせることである。この代替のアプローチにより、中間データ端末はこの段取りから逃れることができないが、RIQなど、直接関係のある全てのポーリング・ステータスについての情報を中央データ端末に知らせ、これに基づき、中央データ端末は周期的にポーリング計画を調整する。ポーリングの段取りは便宜に更新を増加できるように設定され、従って、あまり変化がないように大規模な

再分配をしていない。
第２の代替のアプローチでは、中央データ端末が、それぞれが使用できるチャネルを中間データ端末に知らせ、その際、中間データ端末のポーリング／ダウンロード中と、RCNの応答中との両方において、共同チャネル妨害がないようにしなければならない。この代替のアプローチでは、中間データ端末は、ポーリングしなければならない遠隔セル・ノードのタイプ、およびその遠隔セル・ノードにポーリングすべき時期に関する他の全ての決定を行う。全ての中間データ端末から全ての遠隔セル・ノードへの同時放送は、なおも、中央データ端末の直接の制御に基づくものである。
NSMへの放送メッセージの受信
放送メッセージ送信戦略に基づき、遠隔セル・ノードはメッセージのリストを繰り返し送信し、ネットワーク・サービス・モジュールは周期的にそれを聴取し、これらのメッセージが自らに向けられたものかを見る。この方法は、メッセージが多重ネットワーク・サービス・モジュールへ同時に送信された時、またはメッセージが最小の遅延で送信された時に使用される。図37は、放送メッセージの共通のフィールドをリストにしたものである。
クラス・アドレスへの放送
クラス・アドレスへの放送は大グループのネットワーク・サービス・モジュールへ同じ情報を送信する。図38は、使用するタイムテーブルおよびクラス・アドレスへ放送予定時間を示したものである。その方法は迅速な受信を要求する小サイズのコマンド、および大量の比較的静的でゆっくり変化する情報のために用いられる；後者の例として、ネットワーク・サービス・モジュールは更新情報を受信するのに１週間もかかることがある。送信の遅延は循環周期の作用であり、ネットワーク・サービス・モジュールが遠隔セル・ノードを聴取する頻度の作用である。
図37は、このようなメッセージを構成するフィールドの種類をリストにしたものである。実際のメッセージのフォーマットは１つのメッセージ・タイプから別のメッセージ・タイプに変化することができ、ネットワーク・サービス・モジュールは、聴取しようとする全てのメッセージ・タイプの構造を認識している。遠隔セル・ノードは、一連の当該メッセージをその目的のために指定したサブチャネルの連続的スロットに繰り返し循環する。一般に、各メッセージは１つのタイプのネットワーク・サービス・モジュールにのみ向けられ、唯一のサブチャネルが各ネットワーク・サービス・モジュールのタイプに割り当てられ、同じネットワーク・サービス・モジュールに連結したメッセージのみがそのサブチャネルに現れる。この場合、同じメッセージ・タイプ・コードは多種のサブチャネルに現れる多種のタイプのメッセージに使用することができる。これは単一のサブチャネルに、多重のネットワーク・サービス・モジュール・タイプに向けてメッセージを送信させることをはばむものではない。ただし、その使用するメッセージ・タイプ・コードはあいまいであってはならず、またはネットワーク・サービス・モジュール・タイプはメッセージの一部として含まれる。メッセージ・タイプ・フィールドがサブチャネルで送信されるだけのタイプである場合は、自然に削除される。要求される多種のサブチャネルの数は少ないと予想され、各リスト中のメッセージの数もまた少ないと予想される。サイズの小さいサブチャネルを使用することができる。
特別なメッセージは、受信ネットワーク・サービス・モジュールの特定のサブセットへの送信をさらに制限する追加の内容フィールドを有することができる。指定タイプのネットワーク・サービス・モジュールは当該メッセージを受信するが、選択基準を満たすようなメッセージだけが実際に送信され、メッセージに基づき動作する。この形式では、階層アドレスの指定はクラス・アドレス指定に対する一般放送の専門分野である。
個別アドレスへの放送
個別アドレスへの放送により、単一パケットメッセージが個別のネットワークサービスモジュールに分配される。これを達成するために、遅延は最小、つまり時間の90％、15分以下におさえされる。これは一般的な放送分配メカニズムが特別化されたもう１つの例である。メッセージは全て単一受信宛先ネットワークサービスモジュールのアドレスおよびネットワークサービスモジュールタイプを含む。サブチャンネルを巡回するメッセージリス

トはアドレスにより区分され、これによりネットワークサービスモジュールは無駄な検索をいち早く終えることができる。必要なサブチャンネルの数は少ないと予期されるが、リストはかなり長くなる可能性が高いので、サイズの大きなサブチャンネルが必要となる。特定のメッセージはある制限された期間のみ巡回するが、この期間は熱心な聴取者であれば何度か聞く機会のあるだけの期間となる。分配の遅延を最小とするには、目標ネットワークサービスモジュールは頻繁に、多分、継続的に聴取しなければならない。個別アドレスへのサービス再接続放送の１例を図39に示す。

RCNへのNSM放送メッセージの分配

放送分配を介して、ネットワークサービスモジュールを目的地とするひと固まりのメッセージは遠隔セル・ノードが全てコーディネートされた形態で動作するようにメッセージ送信の開始および継続時間を指定するパラメータと共に全ての遠隔セル・ノードに分配される。

遠隔セル・ノードへのネットワークサービスモジュール放送の分配は以下の目的を達成するものでなければならない。

１）放送分配メカニズムは中心データ端末からの最初にメッセージ送信から、比較的短い遅延でメッセージを分配できること。

２）メッセージには限られた寿命があり、その期間一定回数送信される。

３）メッセージの寿命には数分のものから数週間のものまで幅がある。

４）遠隔セル・ノードはメッセージリストを巡回させる。

５）メッセージは任意の回数で、リストに追加したり、リストから除外できる、あるいは新たに入ったメッセージが現行のものに取って代わることができる。全てのメッセージを同時に終了することができるが、これは必然的ではない。また、新規リストは旧リストと共有部分が多いため、変更毎に全リストをダウンロードすることは避けるのが望ましい。

６）遠隔セル・ノードは全て同一メッセージを同時に放送すべきであり、メッセージセットが変更になった場合、旧セットのメッセージを放送する遠隔セル・ノードがあったり、新規セットのメッセージを放送する遠隔セル・ノードがあったりするのは避けなければならない。

５番目の目的は必要に応じてリストを拡大、あるいは縮小することで満たされるが、できるだけ頻繁にリストを巡回させるといったアプローチの場合は、６番目の目的はかなり困難となる。６番目の目的を満たす１つの方法をアルゴリズムＡに説明する。遠隔セル・ノードが全て、ネットワークサービスモジュール放送リストへの変更を受信したことを確認するためにアルゴリズムＡが要する時間は様々で、多分何分間かであろう。もし、一定の長さのリストが許容されるのであれば、アルゴリズムＢに示すような、より簡単な分配戦略を用いる。一定数のスロットを用いて、メッセージリストを巡回させる。スロットは空にできる。各ネットワークサービスモジュールメッセージはそれぞれ、明確に特定された時間間隔内に、遠隔セル・ノードにより送信される。中心データ端末は新規メッセージに対しスロットがいつ使用できるか継続的に把握する責任を負う。中心データ端末はリストを均一サイズのブロックに区分し、ネットワークサービスモジュールメッセージを束ね、定期的な間隔で一度に一つづ発信するよう選択することもできる。例えば、フルチャンネルで、１分間に６つのRDNが存在すると考えれば、48メッセージのリストが８分で送信可能である。もし、リストを12メッセージづつ４ブロックに分け、各ブロックが32分という寿命を有すれば、中心データ端末は８分毎に12個の新規メッセージをネットワークに供給でき、しかも全メッセージを32分間フルで巡回させることができるよう、各ブロックの開始を食い違わせることができる。この比率で行けば、中心データ端末は丸１日に2160メッセージを移行できる。しかし、目的地アドレスでストアされたメッセージを保管するのが可能であったとしても、それは困難であろう。メッセージ発送速度と寿命の長さは中心データ端末により大幅に変更することができる、がリストサイズの変更にはアルゴリズムＡと同程度の調整を必要とする。最大リスト長は遠隔セル・ノードのメモリーサイズにより制約を受ける。

アルゴリズムＡ

i. 中間データ端末は全ての遠隔セル・ノードに多分何度も、切換時間と並んで、変更を放送する。
ii. 放送を聴取した遠隔セル・ノードは切換時間までは旧リストの送信を継続する。
iii. 中間データ端末は各遠隔セル・ノードが放送を受けたことを確認する。必要に応じ再分配する。
iv. 切換時間後も送信を行っているセル・ノードは放送を受けた時点で（送信を）停止する。
v. 中心データ端末が決定したように、遠隔セル・ノードの全ての受信が一旦確認されると、中間データ端末は切換コマンドを放送する。
vi. もし、遠隔セル・ノードが切り換え時間以前に切り換えコマンドを受けた場合は、切換時間になれば、中断、あるいは分配せずに旧リストから新規リストへと変更を行う。
vii. もし遠隔セル・ノードが切り換え時間までに切り換えコマンドを聴取しなかった場合は、切換時間になればリストの送信を停止する。
viii. もし、遠隔セル・ノードが切り換え時間後に切り換えコマンドのみを聴取した場合は、新規リストの送信を開始する。ただし、切換時間に（送信を）始めていた部分からリストの送信を開始する。
ix. 中間データ端末は遠隔セル・ノードが全て切り換えコマンドを聴取したことを確認する。必要であれば再配分する。
アルゴリズムＢ
ｉ 中間データ端末は全ての遠隔セル・ノードにNSMメッセージリスト、あるいはその一部を、放送の開始（時間）、合計寿命、（放送の）前回分内容の寿命がつきる時間に続く、あるいは一致する開始時間と並んで放送する。
ii 放送を聴取した遠隔セル・ノードは特定の時間に送信を開始および終了する。
iii 放送を聴取しなかった遠隔セル・ノードは現行リストの寿命の最後には沈黙となる。
iv 中間データターミナルは各遠隔セル・ノードが放送を聴取したことを確認する。必要であれば、再配分する。
ｖ もし遠隔セル・ノードが開始時間後に放送を聴取したのであれば、時間通りに開始した場合の新規リストの地点から送信を開始する。
一般的に全ての遠隔セル・ノードは一斉に放送を開始しなければならないので、以下のパラメータのいくつか、あるいは全てが最終分配に遠隔セル・ノードに受け渡されたNSMメッセージを伴うことがある。
・メッセージを分配するサブチャンネル
・両アルゴリズムに必要とされる第１回目の送信時期
・メッセージの満了時間。アルゴリズムＢに対しては、メッセージが不定期間巡回するということを示す特定のコード、つまりTOUタイムテーブルを決めることができるが、これはいずれそのようなメッセージにとって代わるアルゴリズムＡに類似のメカニズムが存在する場合にのみ有効である。
・リストにおける位置、アルゴリズムＢ
・配列基準、アルゴリズムＡ－メッセージはNSMアドレスの保管される。
NSMに対する逆ポーリングメッセージの分配
逆ポーリング法は高速分配が必要でないメッセージの分配を意図するものである。これはネットワークサービスモジュールおよび遠隔セル・ノード両方に於いて、エネルギーを節減するよう設計されており、個別アドレス分配メカニズムより有効に帯域幅を使用する。遠隔セル・ノードでのメッセージの格納、およびネットワークサービスモジュールが遠隔セル・ノードにポーリングを行うまで分配が遅れるという問題のために、アドレスできるメッセージが長いリストを巡回させるのは避ける。長いリストはポーリングに何時間も、何日もかかることがある。一般的に、ネットワークサービスモジュールがレポートを送信するさいには、ネットワークサービスモジュールはそれに対し何かメッセージがないかを尋ねるオプションを有している。

逆ポーリングメッセージは図40に説明する。逆ポーリング分配を介してコマンドを潜在的に受け取る各ネットワークサービスモジュールはレポート10個について１回というポーリングスケジュールを有する。これにより、定期的にネットワークサービスモジュールレポートパケットの一つが逆ポーリングを要請できるようにしている。もし、このレポートを受け取る遠隔セル・ノードがNSMタイプとアドレスに基づいて、ネットワークサービスモジュールに対してコマンドを有していれば、遠隔セル・ノードは相互に合意のあった未来時間にコマンドを送信する。ネットワークサービスモジュールはその時点で受信を行う。ネットワークサービスモジュールおよび遠隔セル・ノードはNSMアドレス、オリジナルレポートの時間、オリジナルレポートに使用するスロット、あるいはレポートにおける任意のフィールドに基づくことのできる共通のハッシング機能を用いて分配時間を計算する。分配までの遅延はバッテリー式のネットワークサービスモジュールを充電するために十分な時間とする。回線電源供給方法のネットワークサービスモジュールでは、最低遅延時間は更に短くなる。遅延は機能の計算には比較的容易で、コマンドは特定のサブチャンネルで分配される。ネットワークサービスモジュールはどのサブチャンネルがCATエントリーに基づいているかを認知し、一方セル・ノードは分配サブチャンネルが遠隔セル・ノードにダウンロードされたコマンドでセントラルデータ端末により束ねられていることを明白に知らされる。２つ以上の逆ポーリングメッセージが偶然同一スロットに分配予定された場合に起こるハッシュ衝突の場合は、どれか１つのメッセージを選択分配するか、１つのメッセージを選択したスロットに分配し、２つめを同一サブチャンネルの（先に選択したスロットの）次に継続するスロットに分配することができる。２つ以上の命令が衝突することは非常に希である。誰か他の人のコマンドを受けるネットワークサービスモジュールは次のスロットで受信できる。どちらの場合にせよ、最初となるか、分配のみかの優先権はバッテリー式のネットワークサービスモジュールに与えられる。

上記の計画に対して可能な選択肢あるいは追加には以下のものがある。遠隔セル・ノードが一旦、あるメッセージの分配をｎ回行えば、そのメッセージを遠隔セル・ノードのリストから除外する。遠隔セル・ノードへのネットワークからのコンタクトがｍ時間行われない場合には、遠隔セル・ノードが特定のネットワークに対して有するいかなるメッセージも除外する。送信された回数や、ネットワークサービスモジュールからの接触のあるなしに関わらず各メッセージに有効時間を決める。最低１度は分配されたメッセージを早期に除外を行う対象とするといったもの。さらに中心データ端末に提供された現状レポートにおける遠隔セル・ノードのメッセージバッファに残されたスペース量も含まれる。これは遠隔セル・ノードに各ネットワークサービスモジュールにつき１つのメッセージのみをバッファに格納できるようにする。それにより新規データによる旧データの置き換えを行う。これはまた、遠隔セル・ノードがそのバッファにネットワークサービスモジュールに対して多数のメッセージの格納することを可能にし、これにより遠隔セル・ノードはネットワークサービスモジュールが逆ポーリングを行う毎に次のメッセージを分配し、同時にまたネットワークサービスモジュールに対し、遠隔セル・ノードが同じネットワークサービスモジュールに対して未分配のメッセージを有するかどうかを示すことになる。また、ネットワークサービスモジュールの次のレポートにおけるメッセージ受信の認知（肯定応答）を含み、対応する下流側メッセージが分配される前にネットワークサービスモジュールの逆ポーリングを含むメッセージを中心データ端末が指定できるようにしている。

遠隔セル・ノードへのネットワークサービスモジュール逆ポーリングメッセージの分配

ネットワークサービスモジュールへの逆ポーリング分配が予定されたメッセージは、種々の条件下での分配用サブチャンネルおよびメッセージの配列を指定したパラメータと共に遠隔セルにダウンロードされ殆どの場合分配に成功する。

NSW逆ポーリングメッセージは以下の２つの方法のうちいずれかにおける遠隔セル・ノードに分配を行うことができる。

α）全遠隔セル・ノードに対し全メッセージを放送する。

β）遠隔セル・ノードにより扱われると思われるメッセージのみを個別に各遠隔セル・ノードに分配する。

上記の選択肢を評価する際考慮するべきいくつかの要因がある。これらは、定められたメッセージが遠隔セル・ノードのメモリーにとどまる期間、メッセージが実際にいずれか１つの遠隔セル・ノードにより分配される平均率、遠隔セル・ノードのメッセージバッファの大きさ、平均システム広域メッセージ分配率、遠隔セル・ノードにメッセージを分配するために必要とする中間データ端末～遠隔セル・ノード間のトラフィック量を含む。

最初の要因（ファクタ）の評価、すなわち特定のメッセージがどのぐらい遠隔セル・ノードメモリーにとどまるかという評価は以下の通りである。もしネットワークサービスモジュールが平均ａ時間毎に逆ポーリングを行うのであれば、遠隔セル・ノードがメッセージを受けてから、メッセージを最初に分配する機会を得るまでに平均a/2時間の遅れが存在する。更に、もし遠隔セル・ノードがメッセージの廃棄前に少なくとも１回、分配を行えば、メッセージは合計（ｎ－１）・ａ時間遠隔セル・ノードのメモリにとどまり、最後の分配の遅延は平均a/2時間となる。ａ＝８、ｎ＝３の場合、逆ポーリングメッセージの平均格納時間は16時間である。

第２番目の要因の評価、すなわちいずれか１つの遠隔セルによりメッセージが実際の配分される平均率は以下のように評価できる。もしｒ個の遠隔セル・ノードが１日にＮ個のメッセージを配分し、ｋ個の遠隔セル・ノードが各サービスモジュールを受信するとすると、平均して各遠隔セル・ノードはkN/r個のメッセージを配分する。ｒ＝2500、Ｎ＝5000、およびｋ＝４の場合、各セル・ノードは１日に実際約８個のメッセージを配分する。

第３の要因の評価、すなわち遠隔セル・ノードのメッセージバッファのサイズはアルファとベータの選択肢間で大きく変化する。アルファのもとでは、ネットワークが24時間毎にＮ個メッセージを配分しなければならず、且つ、各メッセージが（ｎ－１）・ａ時間格納されるとすると最善の場合で、バッファサイズＭ＝Na（ｎ－１）÷24が必要とされる。最初および２番目の要因を検討した際に到達する値については、これは3334値と計算される。ベータのもとにおいては、２番目の要因を検討した際の平均より、２、３倍大きなバッファサイズが、実際に配分されるメッセージの取り扱いに十分となる。

４番目の要因である平均システム広域メッセージ分配率もまた、アルファおよびベータの選択肢間で大きく変化する。アルファのもとでは、もし遠隔セル・ノードが格納できる逆ポーリングメッセージの最大数Ｍが固定されていれば、第３の要因を検討した際の方程式を用いて、Ｎに対する最大値を決定することができ、これが最大平均システム広域分配率となる。Ｍ＝1000の場合、１日につき1500メッセージの割合が得られる。ベータのもとでは、第２の要因の検討から得られる公式がＭの半分（あるいは３分の１）を表せば、Ｍ＝1000でＮの値を求めると１日に312、500（あるいは208、333）メッセージの割合となる。

最後に、５番目の要因、すなわち必要とする中間データ端末～遠隔セル・ノード通信量はアルファ選択肢用に次のように数値を求めることができる。最善の場合としては、いくつかのメッセージを１回のダウンロードにまとめて、Ｎメッセージを１回だけ遠隔セル・ノードに放送しなければならない。一旦遠隔セル・ノードバッファがいっぱいになると、どのメッセージが他者から配分されたメッセージであるかを、遠隔セル・ノードは見分けるすべを持たないため、中心データ端末がどの旧メッセージをオーバーライトするかを明白に示す。対照的に、ベータ選択肢は以下のように数値を求めることができる。各メッセージは最終分配が予定されたｋ個の遠隔セル・ノードそれぞれに分配されるが、これには名目上、全てに放送を行う場合よりｋ倍長くかかる。もし、いくつかの遠距離中間データ端末が自らの遠隔セル・ノードに同時にポーリングおよびダウンロードが行えるなら、いくつかの異なったネットワークサービスモジュールメッセージを同時に分配することができる。一般的に、特定のメッセージを分配するように選ばれたｋ個の遠隔セル・ノードはすべて、ターゲットネットワークサービスモジュールに”閉”でなければならないため、遠隔セル・ノードは同じ中間データ端末の管理のもとに入りがちとなり、各ネットワークサービスモジュールメッセージを、各遠隔セル・ノードに別々に送る代わりに、ｋ個の遠隔セル・ノードアドレスをネットワークサービスモジュールメッセージに添付し、ネットワークサービスモジュールメッセージを１回のみ送れば良いようにする。この選択肢がＮ個のメッセージの送信にかかる時間が、単なる放送よりも短くなるようにこれら２つの技術

を組み合わせることもできる。
これらの要因（ファクタ）の計算をまとめると、選択肢βが以下の理由で勝っていることが分かる。RCNバッファの必要量がずっと少なく、より高いシステム広域メッセージ処理量を達成することができる。RCNメッセージバッファサイズはアルファ選択肢には制限となる要因で、バッファはシステム広域で分配の望まれる１日分のメッセージ数と殆ど同じ大きさでなければならない。遠隔セル・ノードからみれば、（β選択肢は）既にRCNバッファに入っているものを廃棄あるいは交換するよう命令されないため、分配過程がよりシンプルである。が、中心データ端末にとってはどの遠隔セル・ノードに各メッセージを送信するのかを決めなければならないため、分配過程は（α選択肢より）より複雑となる。最後に、もしいくつかの中間データ端末が同時に異なったパケットを送信できるのであれば、全ての遠隔セル・ノードに放送を行うよりも必要となる分配帯域幅は少なくなる可能性さえある。
１個の中間データ端末、あるいは多分同時に数個の中間データ端末が各NSMメッセージに関連した遠隔セル・ノードのIDのリストを含んだダウンロードを分配する。この放送を受けた遠隔セル・ノードは全て、NSMメッセージを受信するが、ダウンロードに於いて識別されたセルだけがNSMメッセージを保存する。メッセージは必要な回数分配されるか、特定の有効時間が過ぎれば遠隔セル・ノードのバッファから除外される。メッセージおよびパケットサイズにより、２、３のそのようなNSMメッセージを単一のダウンロードに集めることができる。しかしながら、中心データ端末あるいは中間データ端末におけるNSMメッセージが、そのようなブロック全てが満たされるまで保持されない限り、NSMメッセージは入ってきたものから１度に１つづつ分配されがちである。
以下のパラメータの項目は遠隔セル・ノードへのNSMメッセージを伴う。が、ネットワークサービスモジュールへの分配は行われない。
・最終分配に使用するサブチャンネル
・どのアルゴリズム、つまりハッシングを分配スロットの決定に用いるかの表示
・廃棄前にメッセージを分配する回数。
・非分配の場合におけるメッセージ有効切れ以前の時間、31時間まで、あるいは何日か。
・ハッシング衝突の優先権。つまり、電池式のネットワークサービスモジュールがより優先権を握る。
・ハッシング衝突が生じた場合、チェーニングが許可されるかどうか。
・逆ポーリングを伴う通信一次側メッセージが、配分を行うことができる前に満たさなければならない、サービス切断パスワードの突き合わせなどの、追加基準。
中間データ端末アテンション用遠隔セル・ノード争奪アクセスリクエスト
遠隔セル・ノードはRIQリンクを用いて、中間データ端末からのサービスに対しリクエストを送信することができる。遠隔セル・ノードは全てこのリンクへのアクセスを争奪する。
特定の条件下においては、遠隔セル・ノードに対し、中間データ端末からのポーリングは次の通常予定時間より早く行なう必要があることを決めている。RIQリンクは争奪アクセスリンクで、どのセル・ノードでも使用でき、中間データ端末からのアテンションを要請するRIQメッセージを送信することができる。RIQメッセージは遠隔セル・ノードを認識し、要請が発行された理由の指示を遠隔セル・ノードステータスフィールドの形で含む。遠隔セル・ノードがRIQを送信するかもしれない２つの主な理由は、メッセージバッファがいっぱいとなるか、あるいは中継すべき最優先メッセージ（アラーム）を有するためである。適切な遠隔セル・ノードのポーリングがあった場合に、前者はあまり頻繁には起こらない、そして、後者もまた頻繁に起こるとは予測しがたいが、広範囲にわたる電力停止が生じた時に、遠隔セル・ノードが中継すべき最優先アラームを有しているかあるいは、活動がRIQリンク上で考慮される場合は別である。中間データ端末が電力停止の間RIQスロットの使用に関しての特別の指示、多分、時間遅延を増加し、電力停止の優先権を低くし、そのようなメッセージを廃棄するような遠隔セル・ノードに対する指示を放送できるようにするIRHメッセージに、フィールドを追加することができる。バッファを充填する場合

は、RIQに対する中間データ端末の応答があまり速くならないように、しきい値を調整すべきである。最優先メッセージの場合は、RIQへの応答においての遅延はメッセージを生成しているアプリケーションの条件による。
一旦RIQメッセージを受信すると、中間データ端末は遠隔セル・ノードへのサービスを早期のポーリングで行うべきか、あるいは定期的に予定された次のポーリングで十分かを決定する。早期のポーリングを行うことを一旦決定すると、中間データ端末は次にそれを行うことのできる機会を決定する。もしそうであれば、中間データ端末の行動は調整されなければならない。明らかに、ポーリングを受けるまで遠隔セル・ノードはそのRIQが中間データ端末に受け取られたという保証さえもたない。そして、ポーリングされるのを待っている適切なタイムアウト後に、最初にRIQが他の遠隔セル・ノードからのRIQメッセージと衝突を起こした場合、無作為のバックオフ間隔の後、遠隔セル・ノードはRIQを再発行する。
もし、中間－中間データ端末や中間－遠隔セル・ノード干渉を避けるために必要とされるように、ポーリングサイクルが短いとか、あるいはもしポーリングがきっちり統合されたシーケンスで制約されている場合は、「即時の」対応を要請する遠隔セル・ノードの概念は実行可能ではなくなり、RIQリンクは効果的ではなくなる。
メッセージの冗長性の削減
１つのネットワークサービスモジュールからいくつかの遠隔セル・ノードへの複数のパスが存在することで、ある特定のNSMメッセージが遠隔セル・ノードに少なくとも１回は受信される可能性を著しく高める。が、いくつかの遠隔セル・ノードがうまくメッセージを受けるとき、同じメッセージコピーを多数中継することから、通信量が増加するという問題がある。遠隔セル・ノードによるお互いのアップロードの傍受は、冗長性メッセージの削減に用いることのできる技術である。その他に考えられる技術についてもまた文書化している。
冗長性メッセージはシステムが高確率なNSMメッセージの受信の可能性を達成することに役立っている広域伝送ネットワークの基本的な特徴である。が、同一メッセージの複数コピーを中継し、遠隔セルに受信させるのは望ましくないし、また多数の遠隔セル・ノードが各ネットワークサービスモジュールを受信する場合は、不可能でさえある。特定のNSMメッセージを受信する遠隔セル・ノード数は、以前はオーバーラップと呼ばれ、３つか４つと推定されるが、それ以上になる可能性もある。
冗長性の削減の必要性を強調するために、25個の遠隔セル・ノードにサービスを行い、各セル・ノードに50秒毎に（これは楽観的であるが）ポーリングを行い、各ポーリングについて５つのNSMメッセージを収集し、6msgs/分の最大流出を結果として生じている中間データ端末を考えてみる。推測では遠隔セル・ノードの流入は（仮定の数によるが）9000メッセージ／日、あるいは6.25メッセージ／分である。完全な冗長性の削減とは遠隔セル・ノードがこれらのうち１つ中継するか、あるいは、１つも中継する必要のないことを意味する。
傍受を利用すれば、遠隔セル・ノードは隣接の遠隔セル・ノードが中間データ端末に送信するレポートを受信し、隣接の遠隔セル・ノードが中継したNSMメッセージを廃棄する。傍受を行った遠隔セル・ノードは中間データ端末に於いて、受信確認を行う必要がない。それはポーリングを行った遠隔セル・ノードの責任である。RIRメッセージは傍受を行っている遠隔セルが報告されるNSMメッセージのいずれかを所有しているかどうか決めるために全レポートを受信する必要がないような構造となっている。これにより、この機能遂行に必要なエネルギーを削減する。NSMメッセージはnsmtype,msmadr,msgtypeおよびmsgnoフィールドにより独自に識別される。メッセージの優先権は適切な列に検索を配置するのに役立つ。
冗長性の削減は必要とされる一方で、望ましくない副作用をもたらす。その１つが中心データ端末にどの遠隔セル・ノードに特定のネットワークサービスモジュールを聴取させるかを決定させる情報の崩壊である。しかし、どの遠隔セル・ノードが特定のネットワークサービスモジュールからのメッセージを中継するかに就いては無作為なバリエーションで

十分なことがある。一方、１日に１度だけ送信されるCSTATのような特定のメッセージを廃棄できないものとして指定するのも、どの遠隔セル・ノードがネットワークサービスモジュールを聴取するかを識別するもう１つの方法となる。しかし、聴取パターンを更に詳細に分析するには、傍受が一時不能になることが必要である。遠隔セル・ノードは傍受により廃棄されたNSMメッセージ数を数え続けるだろう。

冗長性の削減技術の遂行はいくつかの基準に基づいて評価される。これらの基準には、達成した削減量、電気エネルギーの観点からのコスト、RAM、通信オーバーヘッド、伝搬条件の関数となる冗長性レベルに対する感度、試みをサポートするために必要な計算上の複雑さおよびネットワーク管理、NSMメッセージを完全に廃棄してしまうリスクなどがある。

傍受により冗長性メッセージの少なくとも半分は削減され、遠隔セル・ノードの電力予算は10－20％しか必要とせず、追加RAMを必要とせず、各RCN用の隣接表を決めるためにかなりの量の計算を必要とし、これらの表を伝送するための通信はわずかとなるだろうと予期される。一方、傍受は遠隔セル・ノードのみを報告する信号強度に基づいて行うことができる。このテクニックはどのような冗長性程度にも使用することができる。NSWメッセージを完全に廃棄してしまうリスクはないが、不公平や不均一の潜在性があるため、他より多くのメッセージを中継する遠隔セルモードもでてくる。

傍受に代わって、メッセージの冗長性の削減を提供するものとして、エッジ収集および部分ポーリング、広範囲収集と部分ポーリング、表に基づいたメッセージの受領、ランダム廃棄、信号強度に基づくランダム廃棄、例外リスト付信号強度がある。それぞれをパラグラフ毎に以下に説明する。

エッジ収集と部分ポーリング

エッジ収集および部分ポーリングでは、遠隔セル・ノードが１つあるいは２つ以上のエッジ隣接セルにポーリングを行い、そのローカルバッファにおける冗長性メッセージを検索し、更に中間データ端末によるポーリングを待つ必要がある。エッジ隣接セル・ノードは中間データ端末により直接ポーリングされるセル・ノードである。隣接セルにポーリングを行う遠隔セル・ノードもあれば、しないものもある。この方法はポーリング戦略にも影響を与える。

広範囲収集および部分ポーリング

広範囲収集および部分ポーリングでは、遠隔セル・ノードは何らかの方法で隣接するセル・ノードにポーリングを行う必要がある。25個の遠隔セル・ノードからのメッセージがたった４個の遠隔セル・ノードで終了することもある。この方法はポーリング戦略にも影響を与える。

メッセージ受領に基づく表

この代替案を用いる場合、もしNSWアドレスが遠隔セル・ノード表にあれば、遠隔セル・ノードはそれを格納する。約３つの遠隔セル・ノードがそれらのリストにネットワークサービスモジュールのアドレスを有している。

ランダム廃棄

ランダム廃棄のもとでは、アラームとCSTATを除くNSMメッセージの何パーセントかが無作為に廃棄される。多分メッセージの半分は廃棄されるだろう。もし６個の遠隔セル・ノードがNSMメッセージを聴取したとすれば、中央データ端末までメッセージを送る可能性は98.4％ある。

信号強度に基づくランダム廃棄

信号強度に基づくランダム廃棄を用いる場合、もし受信した信号強度があるしきい値を越えると、遠隔セル・ノードはそのメッセージを保持する。もし受信信号が灰色区域にあれば、遠隔セル・ノードは無作為ベースでメッセージを廃棄する。

例外リスト付信号強度

もし受信信号強度があるしきい値を超えた場合は、遠隔セル・ノードは例外リスト付の信号強度を用いて遠隔セル・ノードはメッセージを保存する。聴取している全遠隔セル・ノードに於いて、信号強度の低いNSMメッセージについては放送ネットワークサービスモジ

ュールのIDが遠隔セル・ノードのいくつかにダウンロードされ、これらの遠隔セル・ノードのうちそのネットワークサービスモジュールを聴取したいくつかが、信号強度に関わらずメッセージを保持する。

一般的ネットワークメッセージ構造

ネットワークメッセージはデータリンクパケット内に閉じ込められており、アドレスと制御フィールドは両方の層に共通である。ネットワーク層は種々の配分メカニズムを用いて、アプリケーション層メッセージを伝送するメッセージとネットワーク自体の動作を制御するために用いるメッセージとを区分する。広域伝送ネットワークメッセージ機構のネットワーク層は特定の基準に基づかない。

ネットワークリンクの各タイプには異なったセットのメッセージが決められている。メッセージは制御フィールドの明白なメッセージタイプサブフィールドを含むか、あるいはメッセージタイプはそれが送信されるチャンネル、あるいはサブチャンネルにより絶対的に決められており、そのチャネルだけが単一タイプのメッセージを伝送する。実際のところ、もしメッセージタイプフィールドが存在すれば、アプリケーション層メッセージから受け継ぐこともある。データリンク層に所属していると定義されているアドレスおよび制御フィールドがネットワーク層から受け継がれたとみなされているように。

アプリケーション層メッセージの輸送に用いるネットワークメッセージもまた、ノードに最終分配の仕方、あるいは最終分配をいつ行うか指示する制御情報を含む。ネットワーク層はそのようなアプリケーション層メッセージの中身の解釈が分からない。ネットワークオペレーションの制御に使用されるその他のネットワークメッセージはネットワーク層内で十分に定義されており、アプリケーションメッセージを持たない。

アプリケーションメッセージはノードからノードへとネットワーク層により中継されるため、異なった形のネットワークメッセージをそれぞれ連続するリンクに使用したり、フィールドを再編成したり、メッセージ属性を含むフィールドを元のメッセージに付けたり、元のメッセージから外したりすることがある。

ここでは各リンクに対し、対応するデータリンクパケットの「制御」および「ネットワークメッセージ」の中身という点について、ネットワークメッセージを論じる。

ネットワークサービスモジュールレポートメッセージ

NRRメッセージ（NRRM）はネットワークサービスモジュールアプリケーション層レポートを含み、データリンクパケット内に閉じこめられている。制御フィールドのサブフィールドはアプリケーションメッセージタイプ用にメッセージタイプ用、および、ARQには使用されないシーケンスナンバリングなど特別な用途のアプリケーション用に存在する。「ネットワークメッセージ」フィールドはアプリケーションメッセージと同一である。図41はデータリンクパケットのコンテクストにおけるNRRネットワークメッセージ構造を図示する。

制御フィールド

説明

・msgtype－アプリケーションメッセージタイプ。ネットワーク層はmsgtypeの解釈は行わない。が、このフィールドを用いて、メッセージ優先権を引きだし、msgnoとともに、傍受目的のために各メッセージの識別を行う。

・msgno－メッセージシーケンス番号。msgtypeとは別に、ネットワークサービスモジュールにより各メッセージを送信して、モジュールを16増加させる。ネットワーク層により使用され、傍受のためにmsgypteと共に失われたメッセージの識別、勘定に役立つ。msgnoはメッセージの肯定、あるいは再送信には使用されない。

・revpoll－逆ポーリング。データリンク層の管轄内で考慮され、逆ポーリングコマンドの分配の要請がある場合に、それに使用される。

・プロトコルの状況－コマンドが受信されたことを簡単に報告するために用いることができる。もしネットワークサービスモジュールが最近に（クラスか個別かの）放送、あるいは逆ポーリングコマンドの受信に成功した場合、ヘッドエンドが各セット１ビットを用いて配分の遅延を推測する。逆ポーリング表示器をACKとして使用し、RCNコマンドバファス

ペースを開放することができる。放送用表示器は定時間あるいは定メッセージ数をとおし、逆ポーリング表示器は次の逆ポーリングの要請があるまで継続する。
・優先権－メッセージ優先権のことで、「メッセージ優先権のまとめ」と題された後の章に定義される。
ネットワークメッセージフィールド
このフィールドはNSMタイプ内にMSGYTPE用に定義されるようにアプリケーションレポートデータ（RDATA）を含む。データリンクおよびネットワーク層は密接に関わっており、アドレスと制御フィールドを共有していることにご注目されたい。遠隔セル・ノードがRIRメッセージ内のネットワークサービスモジュール報告を中間データ端末に中継するとき、NRRMaおよびNRRMbの２つの部分に分けられ、傍受がしやすくなっている。
ネットワークサービスモジュール用メッセージ－－－RND
RNDメッセージはネットワークサービスモジュールアプリケーション層コマンドを含み、データリンクパケットに閉じこめられている。制御フィールドのサブフィールドはアプリケーションメッセージ（コマンド）タイプ用およびシーケンスナンバリングなど特定用とのアプリケーション用に存在し、ARQ用には使用されない。「ネットワークメッセージ」フィールドはCAT分配以外はアプリケーションコマンドに同一である。
クラスアドレスメッセージへの放送
図42はデータリンクパケットのコンテクストにおけるクラスネットワークフォーマットへのRND放送を図示するものである。完全なメッセージは次のものを含む。オプショナルアドレス（nsmtyp－データリンクパケットフィールド）、メッセージ（コマンド）タイプ、アプリケーション特定制御サブフィールド、アプリケーションメッセージ。もし分配サブチャンネルが単一ネットワークサービスモジュールタイプ専用であれば、アドレスは単に省略され、メッセージフィールドは８ビット拡大する。各アプリケーションは行ったメッセージシーケンスに責任を持つ。
個別にアドレスされたネットワークサービスモジュールへの分配
個別にアドレスされたネットワークサービスモジュールへの分配はデータリンクアドレスフィールドのnsmadr部分が存在しなければならないこと以外はクラスアドレスへの分配と原則として同一である。nsmadr部分が存在することで「ネットワークメッセージ」は32ビット小さくなっている。このメッセージ構造は個別アドレスへの放送用および逆ポーリング分配メカニズムの両方に用いられる。図43は個別アドレスへのRND放送およびデータリンクパケットのコンテクストにおける逆ポーリングネットワークメッセージフォーマットを図示する。
CAT分配
CAT分配は「ネットワークメッセージ」フィールドがネットワーク層、つまりアプリケーションデータのみしか含まない、クラスアドレスへの放送の特別なケースに過ぎない。CAT分配は専用サブチャンネル内で行われるため、msgtypは省略される。図44はデータリンクパケットのコンテクストに於いて、CATエントリの分配に使用されるネットワークメッセージを図示する。CAT分配メッセージフィールドは以下を含む。
・nsmtyp:NSMタイプ
・appltyp:NSMタイプ内のアプリケーションサブタイプで、ネットワークサービスモジュールの特定の機能的サブ処理用にそれぞれ意図された単一ネットワークサービスモジュール、つまりTOUやロードサーベイなどに、多数のCATエントリを分配させる。開示したように、本発明では各NSMタイプに単一のCATエントリを与える一方で、将来的な拡張に備えて、今のとこころappltypが含まれている。
・CAT　ID－１つのCATからもう一つのCATへの急切換を可能にする。
・CATバージョン:CATバージョン番号で、CATの旧バージョンと新バージョンの識別に用いる。
・NRRチャネルビットマップ：ネットワークサービスモジュールがNRRリンク上にその報告を送信できるチャンネル１から28までのそれぞれに対応する１ビットのビットマップ。特定のチャンネルを持ったNRRスロットが使用されることもある。

・RND放送サブチャンネル:NSMが聴取すべき、チャンネル、サブチャンネル、スロット、サブチャンネルのサイズをNSMに向けられたクラスアドレスコマンドの放送用に、あるいは個別ネットワークサービスモジュール用に識別する。これによりネットワークサービスモジュールはクラスあるいは個別アドレスコマンド配分を予期すべきかどうかわかる。
・RND逆ポーリングサブチャンネル：個別ネットワークサービスモジュール用逆ポーリングコマンド以外に上記と同様である。
RNDのパケットサイズが比較的小さいため、メッセージのネットワーク層構造はアプリケーションリンクに大きく依存して、RNDリンクを下って行く。このため、利用できるビットを最適化できる。図45はサブチャンネル指定様式を図示する。
遠隔セル・ノードレポートメッセージ
中間データ端末は遠隔セル・ノードにポーリングし、NSMメッセージを中継させるか、様々な内部状況を報告させることができる。NSMメッセージはRIRレポートで再配列され、冗長性制御の傍受法を行いやすくする。
遠隔セル・ノードはメッセージに対するポーリングに応答して、５個までのメッセージで構成されたブロックを１度に１つ送信する。これらのRCNレポートメッセージはメッセージ冗長性制御を行うための傍受を利用している近接の遠隔セル・ノードの受信エネルギーを最小とするような構造となっている。それを独自に識別するNSMメッセージからのフィールドは、RCNレポートの最初に於かれ、次に中間CRCが続く。傍受遠隔セル・ノードは一旦このCRCを受けると、聴取を停止することができる。NSMメッセージの内容の残り部分はその後にくる。遠隔セル・ノード送信エネルギーはこれらのレポートメッセージを可変長にすることで更に最小化される。レポートに当てはまるNSMメッセージの最大数は中間データ端末がいくつの追加タグフィールドを要請するかに依る。そして、タグされたNSMメッセージの整数はRIRデータリンクパケットのネットワークメッセージフィールドの最大サイズより少ないため、レポートメッセージサイズが変化する。中継すべきNSMメッセージ数がこの数より少ない遠隔セル・ノードはより短いレポートメッセージを送信する。図46－49はデータラインパケットのコンテクストでNSWメッセージの中継に用いるRIRネットワークメッセージ、データリンクコントロールフィールドにより構成されるRIRネットワークメッセージサブフィールド、RCNステータスフィールドによりなるサブフィールド、およびRIR1つについてのNSMメッセージの最大数をそれぞれ図示する。
図46に示すように、NSMメッセージを持ったRCNレポートは特別な形でRIRデータリンクパケット構造を使用する。
・コントロール：データリンクパケットのフィールド
・msgtype:メッセージに含められた項目の一定タイプを意味する。（８ビット）
・nitems:項目数（０≦ｎ≦15）
・segref:ポーリング／応答参照番号（４ビット）
・seqbcst:放送シーケンス番号（選択式ACK/NAKを組み込む。）（４）
seqind:メッセージシーケンス番号（各RCNにつき）（４）
・長さ：データリンクパケットのネットワークメッセージフィールドのバイト数・NMS msg IDs
・NRRMa1...n:n個のメッセージIDのリスト
・中間CRC:データリンクパケットの開始から
・RCN状況
・msgs.s:RCNバッファにおけるNSMメッセージ数の表示（４）
・alms.s:RCNバッファにおけるNSMアラーム数の表示（４）
・RCNST:RCNセンサー状況（８）
・msgfmt:NSMメッセージフォーマット（添付タッグの表示）（４）
・優先権：含まれるNSMメッセージの実際最優先権。（４）
・NSM msg内容（msgfmtはどのタッグが存在するかを表示する。）
・NRRMb1...n:上記IDに対応するｎ個のNSM msgsのリスト
・ptag:NSMメッセージ優先権（４ビット）

・vtag:NSMメッセージ値（４）
・dtag:メッセージ受信日の表示（曜日のみ）（３）
・etag:CRCエラーで受信したメッセージを表示（１）
・ttag:メッセージ受信時間の表示（16）
・ftag:NSMメッセージの測定周波数（８）
・stag:NSMメッセージの測定信号強度（８）
・crc:NSMメッセージで受信したオリジナルのCRC（16）
・ctag:プリアンブルについての測定相関係数（８）
・mtag:プリアンブルについてのメリットの測定数
RCNレポートメッセージ－－－RCN状況
中間データターミナルは遠隔セルノードにポーリングを行い、遠隔セルノードがNSMメッセージを中継するか、あるいは様々な内部状況を報告するよう要請する。状況報告メッセージには遠隔セルノード内部状況報告が含まれる。
遠隔セルノードの状況報告は片方向RISTメッセージの形式に厳密に従うものとされている。物理的であろうと、データリンクであろうと、ネットワーク層であろうと、新たにオペレーション測定用に導入される新規フィールドは以下を含む。
・利用できるNSMコマンドバッファスペース
・配分された逆ポーリングメッセージ数。
・広域電力停止のために廃棄されたNSMメッセージ数。
・傍受のために廃棄されたNSMメッセージ数（隣接セルノード１つにつき、ないしは他の方法）。
・プリアンブルの相関がしきい値以下であるために廃棄されたパケット数。
RCNポーリングメッセージ
中間データ端末はIRHスロットを使用して、遠隔セルノードにメッセージを求めるポーリングを行うか、次のダウンロードを告げる。従って、IRHはRIR/IRDスロットがRIRスロットとして用いられるか、あるいはIRDスロットとして用いられるかを直接的に表す。IRHはまた、遠隔セルノードに特別なアプリケーションを配分するために使用することができ、コマンドは直ちにネットワークサービスモジュールに中継される。
中間データ端末は特定の情報用に個別の遠隔セルにポーリングを行うか、あるいは一度に１つか、あるいは全ての遠隔セルノードをダウンロードすることで、遠隔セルノードによるダイアログの制御を行う。中間データ端末はIRHメッセージに於いて希望されるオペレーションを表し、以下の共有RIR/IRDスロットを、ポーリングに対する遠隔セルノードの応答用か、あるいはデータターミナルのダウンロード用に適切に用いる。IRHメッセージはIRH//RIQデータリンクパケットで伝送されるもので、下記のメッセージフィールドを含む。
・slottype:RIR/IRDスロットの使用を表す。:RIRか、IRD、あるいは非使用。（３ビット）
・seqno:シーケンス番号：解釈はコンテクストによる。次のうちいずれか。
・segref:もし、個別遠隔セルノードにポーリングを行う場合はポーリング／応答参照番号。
・segind:個別遠隔セルノードへのダウンロードの場合のシーケンス番号。
・seqbcst:全遠隔セルノードへの放送の場合のシーケンス番号。
・msgtype:ポーリングされた、あるいはダウンロードされたデータのタイプ。
・index:大型のテーブルの一部分をダウンロード、あるいはアップロードする際の配列指標（インデックス）。
・特別アプリケーション制御（SAC）：ロード制御を含む。SCRAMコマンド
・SAC　enable:遠隔セルノードがSACフィールドを中継するかどうかを示す。
図50はデータリンクパケットのコンテクストにおけるIRHネットワークメッセージフォーマットを図示する。SACフィールドを用いて、加入しているネットワークサービスモジュールに特別アプリケーション制御コマンドを分配する。遠隔セルノードがSACコマンド有

効の状態でIRHを受信すると、遠隔セルノードは続きのRIQスロットでコマンドを中継し、これは遠隔セルノードがどのようなRIQを送信しようとしていようとこれに優先する。このような特別アプリケーションコマンドの受信が可能なネットワークサービスモジュールは継続的にRIQリンクをモニタしなければならない。もしSAC有効ビットが明らかであれば、SACフィールドは除外される。図51はSACフィールドを構成するサブフィールドを図示する。

ポーリング、ポーリングへの応答および個別遠隔セルノードへのダウンロードは全て停止一待機ARQ戦略の元に動作する。ゆえに、エラー制御にはシングルビットシーケンスナンバーフィールドで十分である。しかしながら、それに続くメッセージがそれに続くモジュール16のシーケンス番号を有する必要はないという規定で、４ビットフィールドが使用される。最後に送信されたシーケンス番号と異なるシーケンス番号は何れも次のメッセージが送られる以前に同一のシーケンス番号が告げられる。

放送には、告知を得るまでに長い遅延があるために、エラー制御に拒否選択可能ARQ技術を用いた、スライド窓フロー制御戦略が提案される。４ビットシーケンス番号で、８つまでの際だったメッセージが曖昧なく、選択的にACKあるいはNAKされる。ACK－ｎは際だったメッセージ全てにｎ以下、８個までのシーケンス番号を告げ、メッセージｎについては何も述べない。いっぽう、NAK－ｎもまた、ｎ以下のメッセージに告げ、シーケンス番号ｎでメッセージの再送信をはっきりと要請する。

RCNダウンロードメッセージ－－－NSM配分メッセージへの放送

中間データターミナルから遠隔セルノードへのダウンロード情報はネットワークサービスモジュールに中継されるメッセージか遠隔セルノードそのものの操作に関する指示かにより成っている。ネットワークサービスモジュールへのメッセージの配分は遠隔セルノード全てによる協働された同時放送か、あるいは逆ポーリング機構により行われることで特徴づけられる。

図52は遠隔セルノードへの配分ネットワークサービスモジュール放送メッセージ用IRDネットワークメッセージフォーマットを図示する。図53は種々のIRDフィールドより構成されるサブフィールドを図示する。メッセージリストは特定のサブチャンネルに関連する。異なったサブチャンネルそれぞれは独自のリストを有する。中間データ端末がサブチャンネルに関連したメッセージリストの長さを変更できるメカニズムが必要である。これは全遠隔セルノードに調整しなければならない。主目的は異なった遠隔セルノードが異なったメッセージを同時に放送するのを避けることである。これを防ぐには、新しいリスト長のIRDメッセージを使用中の各サブチャンネルに送り、このリスト長が有効となる以前に、全ての遠隔セルノードにこれを告げる必要がある。設置あるいはリセットの後に初めてラインに入った遠隔セルノードは既に動作している他の遠隔セルに同期させる必要がある。

NSM放送メッセージの遠隔セルノードへの配分は前に論じ、それに続く放送配分用の遠隔セルノードへのNSMメッセージの配分の一般的メカニズムについて説明した。使用されるアドレシングの方法に関わらず、それにより、全て、あるいはいくつか、あるいは単一のネットワークサービスモジュールへの放送が行われるとしても、各NSMメッセージは遠隔セルノードに配分され、続いて、共通の方法でネットワークサービスモジュールに送信される。遠隔セルノードは特定のサブチャンネルに配分されるNSMメッセージの固定長リストを保持し、繰り返し全メッセージリストを送信する。パラメータはいつ、どこにNSMメッセージを放送するかを示す。特に：

・subchan:分配サブチャンネル
・initialSlot:初回送信用の初回リスト構成要素の日、周期、およびフレーム番号。
・lifetime:廃棄以前に回数、フレーム、メッセージが放送される。
・position:NSMメッセージが占めるリストにおける位置

全てのNSMメッセージが生成される、中央データ端末はせいぜいメッセージが１ついずれかのスロットに配分されると特定している。これにはリスト位置における新規メッセージの最初のスロットは（新規メッセージが）取って代わる（旧）メッセージの寿命が切れる前には起こらない（始まらない）ということが必要である。

必要なスロットが現れたときに、メッセージ送信の準備ができているように、遠隔セルノードはスロット命令の中に、NSMコマンドのリストを保持するものとする。一般的に中間データ端末は旧コマンドが失効するに先立ってネットワークモジュールへの新規コマンドを分配する。従って、遠隔セルノードは必要となるまで新規コマンドを保存することができる。

中間データ端末はアルゴリズムＡを用いて、どのサブチャンネルに関連するメッセージリスト長も構成できる。中央データ端末は必ず、切換時間をメッセージリストの開始（時間）に一致させなければならない。遠隔セルノードは縮まったリストの最後が過ぎるとメッセージ送信を停止し、「空」のリスト位置には沈黙を保つ。

この配列においては、遠隔セルノードは個別のNSMタイプのCAT指定に気付く必要はない。しかしながら、CAT　IDの他への切り替えには重要な含蓄があるため、上流側トラヒックのみが多数のCATを条件とすることを明らかにする必要がある。

メッセージ分配用のこのメカニズムは定期的に予定されたメッセージパターンを意図したもので、実際に巡回しているメッセージの優先使用を可能にするものではない。希望のある場合は、リスト内に「穴」を残し、緊急のメッセージが任意の回数さし込めるようにする。しかし、現在考慮されているメッセージは全て、このメカニズムを用いて、適切にスケジュールおよび分配される。

メッセージが特定の位置に直接置かれている場合、種分けされたメッセージのリストを保持するのは（今後の）課題であるが、全リストを一斉に取り替えることで潜在的には解決できる。そうでない場合は、順不同リストを許容するしかない。

RCNダウンロードメッセージ－－－NSM逆ポーリング分配メッセージ

ネットワークサービスモジュール用の逆ポーリング分配メッセージを遠隔セルノードに分配するには、NSMメッセージの放送分配とは異なったフォーマットIRDが必要である。図54はNSM逆ポーリングメッセージを遠隔セルノードに分配するためのIRDネットワークメッセージフォーマットを必要とする。図55は図54におけるIRDメッセージの"parms"フィールドで構成されたサブフィールドを図示するものです。

NSM逆ポーリング分配メッセージは単一中間データ端末の聴取の範囲内で全遠隔セルノードに放送される。が、最終分配を行うよう予定された４つの遠隔セルノードのみのIDが各NSMメッセージに付けられる。ネットワークサービスモジュールに受け渡されない追加的分配の詳細はパラメータを用いて説明される。特に以下のものがある。

・subchan（サブチャン）：分配サブチャンネル
・repetitions（繰り返し）：廃棄前にメッセージが分配される回数。
・lifetime（寿命）：非分配の際のメッセージ有効期限の終了までの時間。
・hashParms:アルゴリズム、優先度、およびチェーニングのオプションのハッシング。
・基準:NSM逆ポーリングメッセージが満たすべきオプションの基準

これらのIRDは一般的に単一の中間データ端末により制御されている遠隔セルノードにのみ向けられているため、全遠隔セルノードへの放送を用いるより、他の形の遠隔セルノードアドレシングのほうが、より効果的であるかも知れない。例えば、IRDのrcnadrフィールドは８つの1'でできており、16ビットIDの中間データ端末が続く。これにより、その中間データ端末によりポーリングされた遠隔セルノードの全てを選択するという結果になる。広域に分離された中間データ端末の場合は自身の遠隔セルノード群に同時に放送を行うことが可能である。各遠隔セルノードには別々のスライドウインドウ式選択可能ARQシーケンス番号が必要である。

基準フィールドはコマンドを分配するためにNSMメッセージの最初16ビットを逆ポーリングビットセットに合わさなければならない。このメカニズムは当初、サービス停止の要請をする場合、、つまり基準がコード化されたパスワードであるとき追加安全対策として第１番に意図されたものである。

RCNダウンロードメッセージ－－－その他のメッセージ

その他のIRDメッセージタイプは遠隔セルノードへのネットワーク制御情報を持っている。中間データ端末は、全体的に、あるいは個別にアドレスされた遠隔セルノードにその他

様々な種類の情報をダウンロードする。この情報には隣接する遠隔セルノードのリスト、遠隔セルノードCATエントリ、msgtypeによりNSMメッセージに割り当てられた優先度、およびその他の操作コマンドおよびパラメータが含まれる。

RIOメッセージ

遠隔セルノードは中間データ端末からのサービスを要請するRIOメッセージを送信する。このメッセージの内容は基本的に遠隔セルノードを識別し、要請を行った理由のしるしを提供する。図56はデータパケットに前後関係のある中間データターミナルからの要請サービスに使用されるRIOネットワークメッセージフォーマットを図示する。

RIOのフィールドはRIRネットワークメッセージのサブセットである。RCNがRIQを送信するには主に２つの理由がある。第１に、遠隔セルノードのバッファがいっぱいになってきたこと、第２に、遠隔セルノードが中継すべき最優先メッセージ、つまりアラームを有していることである。必要であれば、中間データ端末は遠隔セルノード状況フィールドのmsgsあるいはalmsのサブフィールドを覗くことで、どちらの場合かを推定できる。

RNCメッセージ

遠隔セルノードがネットワークサービスモジュールに中継すべき特別アプリケーション制御（SAC）コマンドを含むIRHネットワークメッセージを受信する場合は常に、遠隔セルノードはすぐ後に続くRNC/RIQスロットに於いてそれを行う。遠隔セルノードは解釈なしに、単にSACを中継する。

RCNスロットは非常に限られた量のコマンド情報をわずかな遅延でネットワークサービスモジュールに分配するための大変特別な用途を意図したものである。ネットワークサービスモジュールは全てのRNCスロットを（いつも）聴取していることになっている。遠隔セルノードは単にIRHからSACフィールドを取りだし、オープニングフラッグで取り囲み、送信する。

メッセージ優先度のまとめ

全レベルのネットワークからのメッセージはそれに関連した優先度を有し、優先度の高いものは、低いものより先に送信される。その結果、優先度の高いメッセージはネットワークをよぎる際の遅延が優先度の低いものより短くなる。一般的に優先レベルは４ビットの整数でコード化されており、０は最低の優先度を、15は最高の優先度を表す。ネットワークサービスモジュールにより送信される優先レベルには２つある。低（０）および高（12）である。後者は電気ネットワークサービスモジュールの電力停止アラームに対応する。NSMメッセージは優先フィールドにおける実際の優先度を必ずしも有しているわけではない。むしろ、実際の優先度は図57に示すように優先フィールドの関数である。"NSM－low"および"NSM－high"に割り当てられた数的な優先レベルは中央データ端末制御下にある。NSMメッセージは１から14までの範囲の絶対優先度でタグできるが、これは特別な状況のみを意図するものである。

NSMメッセージが遠隔セルノードに受け取られると、適切な優先待ち行列の端に追加される。メッセージ優先度は遠隔セルノードがRIQをいつ転送すべきかを決定するためにノーマルメッセージとアラームの２つのグループに区分される。これら２つのグループを定義するパラメータは中央データ端末の制御下にある。

実際の優先度はネットワーク上の遠隔セルノードレベルから生成されるメッセージ全ての明示フィールドである。これにより、μrtuおよびrcnあるいはIDT状況メッセージは、適切であれば優先度が与えられ、どのメッセージを最初に中継するかを統制している共通の基準を確実なものとする。もし、RIRメッセージがNSMレポートを中継している場合は、RIRの優先度はNSMメッセージが有する実際の最優先のものとなる。

下流側トラヒックの優先度位化は副産物として、あるいはポーリング戦略としてのみ生じる。一般的に中央データ端末へのアプリケーション層処理がいつダウンロードを発するのかを決め、中間データ端末および遠隔セルノードがメッセージを受け取り次第、あるいは予定された時間きっちりにメッセージを中継する。

CDTネットワーク制御タスク

ネットワーク層コントローラは中央データ端末内に在り、故障管理、性能管理、オペレー

ティングテーブル、構成管理、ネットワーク層制御問題、下流側スケジュール化（予定組み）、および仕様の発展過程などに関係している。

故障管理

故障はノードレベル、つまり送信周波数の不適切、低バッテリ電圧、などで生じるか、あるいはネットワークレベル、つまり、ポーリングシステムが機能しない、ダウンロードが一貫して動作しないなどで生じる。故障管理機能の意図するところは、ネットワークユーザーに対する透明性を保持しながらも、故障の印と回復機能をシステムに提供することである。故障管理が広域伝送網の設計に組み込まれる以前に、故障定義の詳細リストが必要となる。故障管理を行うために、適切なパラメータを測定する必要がある。故障管理手順の段階としては故障認識、故障隔離、システムあるいはノードの再構成、故障回復がある。

性能管理

ネットワークやノードが故障していなくても、広域伝送網の性能は、展開が不適切、あるいは同期はずれの展開、オペレーティングテーブルが未調整、あるいはシステムが稼働している環境タイプに対するネットワークアルゴリズムの不適切など様々な理由で仕様にそぐわないことがある。性能管理の目的は中央データ端末が、ユーザーの透明性を保持しながらもネットワークの性能を補正できるようにすることである。性能管理の詳細にユーザーが関わることで、ルーチンを改良できることになる。

性能管理システムの３つの主な機能はシステムの性能をいくつかの計算可能なパラメータで表し、装置の性能を特定の性能リミットと比較し、性能が仕様にそぐわない場合は訂正行動を起こすことである。計算可能なパラメータには、傍受効果、ポーリング効果、平均メッセージ遅延、ダウンロード効率などがある。特定の性能リミットはまた、計算できるパラメータの形を取り、性能パラメータに上下境界を設定する。

ネットワーク性能は制御テーブルへの変更を介して管理される。これらのテーブルは、中央データターミナルにより管理され、目標ノード（１つあるいは２つ以上）にダウンロードされる。

オペレーティングテーブル

中央データ端末に構築できる、そして構築すべきオペレーティング（動作）テーブルは性能管理に関わるもので、中央データ端末、中間データ端末用ポーリングテーブル、もし傍受が使用されるので在れば、遠隔セルノード用隣接テーブル、中間データ端末用優先テーブル、遠隔セルノードのアップロード方向および、中間データ端末用IRLMAPを含む。

構成管理

システムに対する構成リストは全ノード、それらの位置、現在の動作状況のリストアップである。構成管理セクションには、現在受信中のメッセージタイプおよび種々のタイプのメッセージ受信の可能性を表すタグを含むことができる。

中央データ端末、中間データ端末および遠隔セルノードにおいて下流方向のスケジュールをたてること。

中間データ端末及び複数の遠隔セルノード

中央データ端末内で、ダウンロードスケジューラがダウンロードの方向おけるメッセージの優先度、および中間データ端末および中央データ端末間の有効な使用の必要性の両方により決められた割合、および回数でメッセージをネットワークにダウンロードする。ネットワークサービスモジュールをあるいは遠隔セルノードを目標としたメッセージに対して、ネットワークコントローラはその中をメッセージが伝送され、目的地ノードが送信を開始する以前に必要とされる開始・停止・その他の情報を指定するサブチャンネルやチャンネルを指定する制御バイトを割り振る。中間データ端末および遠隔セルノードはそれから、特定のサブチャンネルおよびチャンネル内でメッセージをダウンロードする。中間データ端末および遠隔セルノードは一定のメッセージを得るチャンネルおよびサブチャンネルのタイプに関しては決定を行わない。逆ポーリングの場合も、遠隔セルノードはダウンロードの正確な時間を選択するが、使用されるサブチャンネルのタイプは中央データターミナルにより命令される。上流のスケジュール化はポーリングスケジュールにより処理され

る。このポーリングスケジュールは中央データ端末で設計されるか、中間データ端末では部分的に又は完全に動的となっている。

仕様処理

管理タスクの仕様説明を始める前に、各管理システムに必要なタスクの詳細な説明をする必要がある。中央データ端末で使用できる全てのネットワークデータのリスト、およびデータベースに格納されるデータ項目についての仮定条件である。中央データ端末で使用できるネットワークのリストは、データディクショナリのサブセットで、システムに伝送されるデータ項目のみを含む。これらのネットワークデータ項目は、各層で実行されるオペレーション可能な多くの測定値を含む。これらのドキュメントを使って、RF使用可能なデータ項目の特定オペレーションを概略する仕様が書き込まれることができる。

ネットワーク層コントローラは、フォルト管理データベース、性能管理データベース、およびコンフィギュレーション管理データベースを必要とする。これらのデータベースは、将来のデザイン決定に応じて、１つに統合化され、または分離されるかもしれない。

ネットワーク層制御テーブル

ネットワーク層には、RFネットワークが適切にオペレートするための制御テーブルが必要である。ネットワークサービスモジュール、遠隔セルノード、および中間データ端末は、これらのテーブルからオペレートし、そのテーブルを使って、実行するオペレーションのタイプを指図する。各ノードは、制御テーブルとオペレーティングテーブルの両方を含む。

IDT制御テーブル

IDTネットワーク制御テーブルは、受信メッセージプライオリティ、伝送、ジェネレータ、IDT－RCNリンクマップ、ダウンロードテーブル、およびチャネル割当テーブルを含む。各テーブルは２つのコピーで構成される。現在使用中のテーブルおよび将来の使用のため現在ダウンロード中のテーブルである。

RXPRI－受信メッセージプライオリティ（アップストリーム）

受信される各RCNメッセージに対し、中間データ端末は、RXPRIを使ってメッセージのプライオリティをチェックする。メッセージプライオリティは、メモリ管理ルーチンを使ってそのメッセージをメモリに格納し、必要な場合ICQを生成するのに使用される。よりプライオリティの高いメッセージは、中間データ端末がそのメッセージを素速く中央データ端末へ転送できるように、中間データ端末へ容易にアクセスしなければならない。ICQは、ポーリングを要求する中間データ端末対中央データ端末である。ICQの使用は、使用される中間データ端末対中央データ端末のタイプに左右される。

伝送

このテーブルは、中央データ端末から中間データ端末へダウンロードされ、ネットワークにあるすべての中間データ端末と共通である。このテーブルは、μRTUメッセージプライオリティを同様に含まねばならない。

ジェネレータ

このテーブルは、中央データ端末によって生成される。

IRLMAP－IDT－RCN　リンクマップ

沈黙でないCATTBL内のすべてのエントリは、IRLMAPによって使用可能である。このマップは、フレームとチャンネル番号を使ってインデックスされ、そのフレームとチャンネルで実行されるオペレーションを指示する。可能なオペレーションは、ポーリング、ノードアドレス可能方法による単一遠隔セルノードへのダウンロード、放送による全遠隔セルノードへのダウンロードなどを含む。ポーリングが可能になった場合、中間データ端末は、ポーリングテーブルを使ってこのチャネルで起こるポーリングを指定する。ダウンロードが可能になった場合、中間データ端末は、ダウンロードテーブルを使ってこのチャネルで起こるダウンロードを指定する。沈黙時、中間データ端末は、RFチャネルで送信／受信機能を一切実行しない。このマップは、長期間に渡り一貫性がなければならない。

DWNTBL－ダウンロードテーブル

各フレームとチャンネルのタイプに対して、ダウンロードテーブルは現在ダウンロードさ

れているメッセージを含む。あるメッセージは、ひとつだけのフレームとチャネルにダウンロードされる。たとえばその場合、メッセージは８分間毎に１度送信される。
CATTBL－チャネル割当テーブル
中間データ端末のチャネル割当テーブルは、使用されることになるIRLチャネルおよび沈黙時間を含まなければならないIRLチャネルを指定する。
RCN制御テーブル
ネットワーク層のRCN制御テーブルは、受信メッセージプライオリティ、隣接テーブル、ダウンロードテーブル、チャネル割当テーブル、オペレーティングノード、及びCONFIGを含む。各テーブルは２つのコピーで構成される。現在使用中のテーブル、及び将来の使用のため現在ダウンロード中のテーブルである。
RXPTI－受信メッセージプライオリティ
受信メッセージプライオリティテーブルは、＄RTUメッセージを与えさせないことを除き、IDT.RXPRIと同じテーブルである。
NTBL－隣接テーブル
隣接テーブルは、最初、地理的距離に基づき中央データ端末に作成される。隣接テーブルは、また、インストールの最初の数日間に渡って、信号強度に基づき遠隔セルノード自体にも作成されることができる。他の８つまでの遠隔セルノードからの信号強度が、ネットワークオペレーションの開始から実行平均値を使って保持される。
DWNTBL－ダウンロードテーブル
遠隔セルノードによってネットワークサービスモジュールへダウンロードされるメッセージは、中央データ端末から渡される制御情報と共に、ここにリストされる。制御情報は、メッセージが破壊されると破壊される。
CATTBL－チャネル割当テーブル
遠隔セルノードに対するチャネル割当テーブルは、...を指定する。
OPMOD－オペレーションモード
遠隔セルノードのオペレーティング（動作）モードは、基本的なダウンロード方法を使って中央データ端末によって設定される。
CONFIG
遠隔セルノードのコンフィギュレーション（状態情報）は、中央データ端末によって遠隔セルノードへダウンロードされる。
NSM制御テーブル
ネットワークサービスモジュールは、CATTBLの使用を介してネットワークへインターフェイスする。これは、ネットワークサービスモジュールの唯一の制御テーブルである。
CATTBL
各ネットワークサービスモジュールは、nsmtyp.に従って、そのオペレーション専用のCATテーブルを受信する。CATテーブルの使用は、このセクションの他の箇所で説明される。
オペレーション（動作）測定とテーブル
遠隔セルノードと中間データ端末の両方がオペレーション測定を実行し、中央データ端末がネットワークをある程度参照できるようにする。
IDTオペレーション測定とテーブル
中間データ端末のネットワーク層は、ポーリングとダウンストリームの伝送性能を測定する。測定は、MSGHD.PLL、MSGHD.RIQ、MSGHD.UIQ、RCNSS、NPOLLAおよびNSPLLを含む。
MSGHD.PLL
この測定値は、起動後聴取されるメッセージ数を表す。この値は加算され、MSGHDフィールドが一貫性を保持するよう頻繁に要求するのは、中央データ端末である。このフィールドは、中間データ端末によってポーリングから受信される10個のメッセージ毎に一度インクリメントされる。これは、ポーリング毎の平均メッセージ数を表示するのに使われる。
MSGHD.RIQ
この測定値は、ひとつのRIQスロットで聴取される遠隔セルノードメッセージの数である。この値は加算され、このバッファは、RIQスロットの遠隔セルノードから受信される各

メッセージ毎に一度インクリメントされる。
MSGHD.UIQ
この測定値は、ひとつのRIQスロットで聴取されるuRTUメッセージ数である。この値は加算され、このバッファは、RIQスロットのuRTUから受信する各メッセージ毎に一度インクリメントされる。
RCNSS
中間データ端末は、中間データ端末がRIRメッセージを受信するたびにひとつのRSSI値を取得する必要がある。このRSSI値は、実行平均手法を使って、RCNSSの適切なRCNアドレス位置に挿入される。平均化は、256回以上の測定に渡って行われる必要があり、その後信号強度はゼロにされることができる。中央データ端末は、中央データ端末の性能管理ルーチン中に、コンフィギュレーション評価のため必要に応じて遠隔セルノードに信号強度のデータを供給する必要がある。
NPOLLA
この測定値は、ポーリング試行の回数である。このテーブルは、起動後、遠隔セルノード毎のポーリング試行回数を記録する。すべての値が加算される。このデータは、中央データ端末の性能管理ルーチンによって使われ、数時間おきにピックアップされる必要がある。
NSPLL
この測定値は、首尾良く終わったポーリングの数である。このテーブルは、正しい遠隔セルノード応答を生じたポーリング試行回数を記録する。このデータは、数時間毎に、中央データ端末の性能管理ルーチンによってピックアップされる必要がある。
RCNオペレーション測定とテーブル
遠隔セルノードのネットワーク層は、アップストリーム方向とダウンストリーム方向に遠隔セルノードオペレーションをモニタするテーブルを生成する。これらのテーブルは、MSGHD、MSGDIS、NACK、およびハイプライオリティ（高い優先度を有する）メッセージの平均遅延を含む。
NSPLL
このテーブルは、起動後聴取されるメッセージ数を測定し、そのトップに加算する。
NSPLL
このテーブルは、起動後傍受により廃棄されるメッセージ数を測定し、そのトップに加算する。
NSPLL
このテーブルは、特定の遠隔セルノードに対して行われるポーリング数を測定する。遠隔セルノードがポーリングされるたびに、これはインクリメントされる。リモートセルノードがRIRで応答しない場合、NPOLLもやはりインクリメントされる。
NSPLL
このテーブルは、NACKされるRIRメッセージ数を測定する。遠隔セルノードが、どんな理由であれ中間データ端末を聴取することができない場合、遠隔セルノードは、ポーリングまたはNACKされない。これらの条件は、中間データ端末によって計数されねばならない。
ハイプライオリティ（高い優先度を有する）メッセージの平均遅延
中央データ端末から遠隔セルノードへの伝送
これらの数字は、広域通信ネットワークのハイプライオリティ伝送システムをモニタするのに使われる。測定される値は、システムにとって改善するエリアを識別するのに役立ち、フォルト分析および性能分析に役立つ。この値は実行平均値として保持される。特定であれ放送であれ、遠隔セルノードへダウンロードするたびに、ダウンロードはタイムタグを見て、エントリ時刻と遠隔セルノード受信時刻の差を格納する。
NSMオペレーション測定とテーブル
ネットワークサービスモジュールは、ダウンストリーム伝送品質を測定する。これは、ネットワークモジュールが受信に成功した受信数を計数することによって行われる。
RNHSUC

周波数の同期化の後、ネットワークサービスモジュールはRNHの受信を試行する。すべての試行は、成功または失敗のどちらかである。失敗に終わるRNHの試行数とRNH試行数合計の両方が、ネットワークを介して表示される。それぞれが１バイトまたは「ニブル」である必要がある。各加算のあいだに16回だけ試行するので、表示はおよそ２日おきに行われねばならない。試行数が16に達すると同時に、２ニブルが同時に強制的に加算される。

RXSUC

RNHを受信する以外に、ネットワークサービスモジュールは、時々CATテーブルでスケジュールされるメッセージの受信を試行する。すべての受信試行とすべての不成功試行がそれぞれ１ニブルを使用して計数され、中央データ端末へ送信される。送信に１バイト必要である。試行数が16に達すると同時に２ニブルが強制加算される。

RVPLLSUC

逆ポーリングを使って受信されねばならないすべてのメッセージに対して、ネットワークサービスモジュールは逆ポーリングの試行数と失敗試行数を計数する。逆ポーリング試行は、ネットワークサービスモジュールが逆ポーリングルーチンを常に行うことと定義される。失敗試行は、スロットにある他者宛てのメッセージとして定義される。２ニブルは、試行数が16に達すると同時にゼロになる。

アプリケーション層へ提供されるサービス

ネットワークアプリケーション層インターフェイスに関して採用される原理は、特に中央データ端末でのアプリケーション処理が、ネットワークサービスモジュールに宛てたアプリケーションメッセージを受信し、実際の伝送をスケジュールおよびコーディネートする役割を負うネットワーク層に表示することである。

ネットワーク層とアプリケーション層のあいだの重要な対話が存在する主要な場所は、ネットワークサービスモジュールと中央データ端末である。ネットワークサービスモジュールは限られた能力を持ち、実際には、データリンク層、ネットワーク層およびアプリケーション層が密接に組み合わせられるようである。中央データ端末では、アップストリームのメッセージフローは比較的簡単である。中央データ端末に到着するメッセージは、予めレジスタされた待機中のアプリケーション処理へ向けるメッセージ送信処理を通過する。中央データ端末のアプリケーション処理から生じるダウンストリームメッセージは、別の処理を経る。ネットワーク層は、メッセージ伝送をスケジュールおよび協働する細部からアプリケーション処理を隔離する。アプリケーション処理は、単に、メッセージの放送の回数や満了時刻などの指示と共にネットワーク層に、分配希望メッセージを渡すだけである。ネットワーク層は、伝送実行の方法と時刻を決定し、関連メッセージを場合によってはパッチし、それから中間データ端末へ、続いて遠隔セルノードへ、最後にネットワークサービスモジュールへ協働された伝送を開始する。

アプリケーションインターフェイスに対するネットワーク

ネットワーク層とアプリケーション層のあいだのインターフェイスは、単に、ネットワークサービスモジュール、＄RTU、および中央データ端末に存在する。各ノードのインターフェイスは全く同じである。システム設計に対する階層化されたアプローチに使用される原理は、各層のメッセージが、その下の層によって訂正されず、原型のまま伝送されることである。

ダウンストリーム（下流）方向－中央データ端末からμRTUへおよび中央データ端末からネットワークサービスモジュールへ

アプリケーション層がネットワーク層へメッセージを渡すとき、パケットの受信受信宛先は、そのメッセージの前面に表示され、メッセージを適切なノードへ送るのに使われる。メッセージを送信する受信宛先スロットの選択は、ネットワーク層によって実行される。メッセージが受信宛先に届くとき、ネットワーク層は、アプリケーション層で受信した同じパケットを渡す。もしネットワーク層が、あるメッセージが長かったりまたは機密保持の理由でパケット化の最中である場合、受信宛先ノードのアプリケーション層へそのメッセージを渡す前に再コンパイルするのは、他の側にあるネットワーク層のジョブである。μRTUへのダウンロードとネットワークサービスモジュールのあいだには、構造的相違は

存在しない。
アップストリーム（上流）方向－μRTUから中央データ端末へ、およびネットワークサービスモジュールから中央データ端末へ
アプリケーション層は、あるメッセージに対して、そのメッセージタイプに対しオペレーション中のプロトコルに従って応答する。＄RTUネットワーク層に挿入されるその同じメッセージは、中央データ端末アプリケーション－ネットワークインターフェイスに表示される。
正確なメッセージのみがアプリケーション層に表示されるように、物理層、データリンク層、またはネットワーク層であれ、すべてのタグがネットワークコントローラで取り除かれる。
ネットワーク層データベース
ネットワーク層は、コンフィギュレーション（状態）制御、性能管理、およびフォルト管理のためのデータベースを含む。ネットワーク層データベースアクセス原理に従って、ネットワーク層データベースは、ネットワーク層コントローラおよびネットワークオペレータによってアクセスされる。ネットワークの共通のユーザは、このデータベースにアクセスできず、データベースの読み出し書き込みができない。共通のユーザが希望する全てのデータは他所にある。ネットワークオペレータは、インストールエントリに参与するが、データ項目の幾つか、たとえばノードステータス、ノードパフォーマンス、インストールの時刻などへ書き込みのアクセスができない。
コンフィギュレーション制御データベース項目
コンフィギュレーション（状態）制御データベースは、１千万の顧客（PG＆Ｅ）に対する十分なサイズを持つ。もし１人の顧客プラスオーバヘッド用割り増しの９バイトのために41バイトが使用される場合、結果は10M＊50＝500メガバイトである。
性能管理データベース項目
性能管理データベースは、ノードレベルとネットワークレベルの両方に、性能管理をサポートするため設計されたエントリを含む。ノードパフォーマンスデータは、バッテリレベルおよび他の関連データを含む。ネットワークパフォーマンスデータは、各ネットワークサービスモジュールから聴取されるメッセージ数、各ネットワークサービスモジュールからメッセージを受信する遠隔セルノード、そのネットワークサービスモジュールから最後に指定される周波数タグ数の平均値、そのネットワークサービスモジュールから最後に指定される信号強度タグ数の平均値、および最後に指定される時刻タグエラー数の平均値を含む。１千万のCMEは、約20,000個の遠隔セルノードと約800個の中間データ端末を必要とする。
フォルト管理データベース項目
フォルト管理データベースは、現在フォルト状態にあるノードのリストを含む。このデータベースへのノードの挿入は、フォルト識別モジュールによって制御される。フォルト状態およびイベントに迅速に応答するネットワークの能力は、中間データ端末および遠隔セルノードに対するコンフィギュレーションを再計算するフォルト応答モジュールの義務である。従ってフォルト管理データベースはきわめて小型で、通常、エントリを持たない。
データベースのアクセス時間とネットワーク層プロセッサのサイジング（大きさ調整）
下位層から中央データ端末でネットワーク層が受け取ったメッセージには、データベース挿入操作を行う必要がある。受け取ったそれぞれのメッセージには、CMEアドレスを見つけだすためのサーチが行われると仮定され、一回の更新操作につき約20の命令を用いて、約15の更新操作が行われる。従って、IMアドレスのバイナリサーチに約20jump ops.＝20＊4ops.＝80ops.要するとすると、約80jump ops.＋15＊20＝380ネットワーク層操作／メッセージになる。10MHzのクロックを仮定すると、各メッセージは380＊0.2μsec.＝0.76msec.を要する。
ネットワーク層の設計－ネットワークコントローラのデータフローチャート
中央データ端末のネットワークコントローラの予備的なデータフローチャートを図58に示す。必要なソフトウェアモジュールの概略説明と共に、モジュールの相互作用を示す。

分散自動化チャネル
遠隔制御およびポーリングされたデータの取得を含む分散自動化（DA）サービスは、自動メーター読取りサービスより、応答が早く、信頼性が高い双方向通信を必要とする。
メーター読取りや直接ロード制御のような基本的なデータ収集および制御サービスは、間接的受信確認および、SCRAMコマンドを例外として、数分から数時間のメッセージ転送遅れで、有効に機能することができる。この点は、人間のオペレータが関与する分散自動化（DA）用途とは異なる。分散自動化では、コマンドへの応答は、短時間で決定的でなければならない。通常、応答時間として望ましい時間は最長10秒であるが、たとえば日に１度か２度のコンデンサバンクの切換など、定期的ではあるが頻度が高くないある種の用途では15から30秒でも許容できる。さらに、分散自動化の用途では、メッセージ損失の確率は低くなければならない。送信の遅れを短縮する必要があるため、IDT送信を調整する能力は低下する。
図59に、具体的なプロトコルに適合するコマンドメッセージのフォーマットを示す。
図60は、単一の隣接ネットワーク内での３つの異なるサービスに関連するメッセージの通信量のシナリオを示す。一般に、日々のDA通信量は基本的サービスの通信量よりかなり少ないが、分散自動化通信量が最大になると考えられる停電時には、短時間に変化する可能性がある。このため、帯域をフレームごとのベースで分散自動化に動的に再配置するか、あるいは毎日の通信量を１時間以内に収容できるだけの十分なチャネルを割り当てることが望ましい。
たとえば分離した隣接ネットワークの理論的通信能力は１時間に17,400メッセージであるが、この容量は不完全な傍受でおよそその半分に低下する。容量の低下はさらに、近接する隣接ネットワークの間の干渉を減らすIDTのポーリングアルゴリズムから発生することもある。
分離した隣接ネットワークの通信容量は、フレームあたりの数が最大29種類になるそれぞれの有効なチャネルで、５つのNSMレポートメッセージを実行することができるIRD/RIRスロットによって制限される。この結果１時間当たりのメッセージ容量は次のようになる。

$$I = \underbrace{\text{メッセージ数}}_{5} \times \underbrace{\text{チャネル数}}_{29} \times \underbrace{\text{フレーム数}}_{120} = 17,400 \text{メッセージ/時}$$

チャネル　フレーム　時間

すなわち、１日のメッセージ数417,600となる。
傍受効率ε_Eが57％で、ポーリング効率ε_Pが100％の場合、非冗長なメッセージ容量は約10,000メッセージ／時、すなわち240,000メッセージ／日になる。
この、１時間当たり約10,000メッセージという容量は、ポーリング効率に関係する実際的な問題によって低減される最大容量を表している。図61に、例として、理論的容量の約16％になる隣接ネットワークに関連する合理的な通信量のレベルを示す。以下のセクションで、ポーリングプロトコルおよび分散自動化の用途のための帯域の割当に依存する、１日あたり45,000から175,000メッセージの実際的なネットワーク容量を検討する。
DA/DSMのネットワークポーリングプロトコル
分散自動化の要件によって、ネットワークポーリングプロトコルの選択に対する基準が追加される。
図62－66に、４種類のIDTポーリングプロトコルを示す。それぞれのプロトコルは、遠隔セル・ノードと、２つの中間データ端末へのパスの損失がほとんど等しい、隣接境界にあるネットワークモジュールから送受信されるさまざまなメッセージの間の干渉を防ぐよう設計されている。各プロトコルは相互の干渉を排除するため、ある種の多重化送信方法を採用している。
図62に示す空間分割多重化プロトコル（SDMP）は、大きなネットワークを、Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄと指定する４つのグループの隣接ネットワークに分割することによって、干渉を回避する。ある一つのグループのメンバーが同一グループの他のメンバーに接近しないよう、また、中間データ端末によるポーリングが一度に一つのグループのみで起こるよう、グループは図62および66に示すように配置される。グループのメンバーは少なくとも一つの隣接

ネットワークで約２マイル分離されるため、隣接境界でのメッセージの干渉の可能性は非常に少ない。SDMPの主な利点は、中間データ端末の間の調整が不要で、下流のアドレス指定が非常に簡単であるという点である。IDTの故障の場合、近接する隣接中間データ端末は重複している範囲を介してその地域の一部にポーリングすることができるが、故障地域の中心での干渉を避けるためには、近接するグループの中の中間データ端末の調整が多少必要になる。しかし、中央データ端末による調整が単純で、最小限であるという利点にも関わらず、空間分割多重化には、一度にネットワークの４分の１しか稼動しないため効率が低いという欠点を有する。

振幅分割多重化プロトコル（ADMP）は、近接する中間データ端末が遠隔セル・ノードに同時に話すことができるよう、IDT－RCN通信を管理することによって、空間分割多重化の効率を改善した。これは、図63に示すように、ネットワークを４つのグループの隣接ネットワークに分割し、各地域の中心部を同時ポーリングゾーンに指定することによって、達成した。これらのゾーン内では、中央のIDT送信からの信号の強度が、近接する中間データ端末よりRCNレシーバーの捕捉比を上回る量強くなっている。遠隔セル・ノードが同等の出力に応答する場合には、中間データ端末で受信した信号強度も、これらのゾーン内で独立した通信が起こるよう、捕捉比を超える。同時実行（Ｐ）のゾーン外の地域は、効率が低下するようSDMPを用いてポーリングされるが、同時実行ゾーンには代表的な隣接ネットワーク内に25の遠隔セル・ノードのうち21が含まれ、わずか４個のみがSDMPによってポーリングされることになる。この結果、総合的なポーリング効率は0.67になる。

指向性分割多重化プロトコル（DDMP）は、ポーリングの効率をさらに高めている。より簡素な具体例の一つで、DDMPはどの中間データ端末にも指向性アンテナを採用し、90度ごとの有効範囲を備えて、隣接ネットワークの４つの四分円で順にポーリングが行えるようにしている。図64に、すべての中間データ端末によって同時に実行される順次の有効範囲パターンＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄを示す。有効範囲の地域は広く分離されるため、すべての中間データ端末をいっしょにポーリングしても、干渉は最低限である。このプロトコルの効率は100％に近く、各四分円に対するドゥエルタイムは同一のため、対応する四分円の通信量は同等のレベルになる。

図５に示す分極分割多重化プロトコル（PDMP）は、ADMPに類似する方法で作動するが、アンテナの反対の極と同時に作動する近接した中間データ端末で作動する。しかし、それぞれのIDTの有効範囲のゾーンの角の地域では、干渉が起こる可能性があるため、ある種のSDMPが必要であるかもしれない。さらに、遠隔セル・ノードにも、より高価な偏波アンテナが必要で、２種類をストックしておかなければならない。

ポーリングプロトコルの比較

３種類のポーリングプロトコルは、コスト、性能および通信の信頼性が大幅に異なる。図67に、コスト、性能および信頼性に関連する具体的な問題について、ポーリングプロトコルを比較する。

通信の信頼性は、隣接ネットワーク境界で起こりうる近接する中間データ端末からの干渉、アンテナのパターンに影響する可能性のある条件に対する免疫、IDTの故障時にバックアップの有効範囲を提供する能力および、問題のある地域での有効範囲を改善するために既存のネットワーク内に新しい中間データ端末を追加する能力を特徴とするトポロジーの柔軟性のような、いくつかの問題に関係する。SDMPは近接する中間データ端末からの干渉に最大の抵抗を示し、ポーリング効率の25％から20％への低下による位相的柔軟性の欠点を克服することができるが、DDMPはすべてのカテゴリーに置いて高い定格を示す。

これらのプロトコルは分散自動化の用途に必須である決定的な応答時間を提供することができる。しかし、総合的にはアラームを報告する上での遅延の可能性にも関わらず、ポーリング効率の最も高いDDMPが性能面で最もすぐれている。

コストには、ハードウェア、設置、保守および開発の４つの成分が関係する。中でも開発は複雑度に緊密に関係する。

優先される選択肢は、IDTアンテナ、IDT/RCNメモリの点で最も簡素なハードウェアを持ち、ファームウェアも最も簡素なSDMPである。ADMPはポーリングテーブルおよびポーリング

アルゴリズムに追加のメモリが必要なためハードウェアのコストがわずかに高いだけであるが、その複雑度はSDMPより高く、中間データ端末および中央データ端末の両方に関してさらに研究開発が必要である。DDMPは、中間データ端末のコストを数百ドル増加させるような操向可能なアンテナのアレイが必要であるため、コスト面では実質上高くなる。さらに、設置時に中間データ端末の方向を慎重に観察しなければならないためコストが上がり、保守費も増大する。

分散自動化の通信チャネルの構成

分散自動化は、自動メーター読取りサービスより、応答が短時間で、信頼性の高い双方向通信を要求する。この要件を満たすために、チャネルは分散自動化サービス用に特別に構成しなければならない。

基本的な通信の細分性は、100ミリ秒のメッセージスロットである。単一の無線チャネルの互換性の目標に合致するために、階層の各ホップに１つのスロットが必要である。このため、確認されたメッセージがNSMレベルへ送られた場合、少なくとも４つのスロットが必要になる。

IDTからRCN－１スロット　@2kb/s

RCNからNSM－１または２スロット　@1kb/s

NSMからRCN－１スロット　@2kb/s

RCNからIDT－１スロット　@2kb/s

NSMレベルへ作動するPG&Eプロトコルのような既存の公益会社のプロトコルとの互換性の幅をいっそう広げるために、RCNからNSMへのリンクにはダブルスロットが必要であるかもしれない。しかし、分散自動化を支援するネットワークサービスモジュールは、機能上の制限があるため、一般的にはシングルスロット内でフィットする、２または３バイトの情報をデータフィールドで必要とするにすぎなかった。

分散自動化のメッセージ損失速度および応答時間に関する厳しい要件のために、指向性または空間分割の通信方法は、IDTおよびRCN通信ならびにNSMからRCNへの通信にとって最も単純、高速で信頼性の高いアプローチとなる。中間データ端末は４つの非近接グループに分割され、通信は一度に一つのグループ内でしか起こらないため、中央データ端末によるIDT調整の必要がない。しかし、一度に一つのグループしか通信しないため、中間データ端末のグループのそれぞれに独立した「DAチャネル」を提供する目的で、１フレーム内で合計16のスロットが割り当てられる。最大応答時間（T_R）は、以下に等しい。

$$T_R = \frac{16}{\#DA\text{スロット/フレーム}} \times 30\text{秒}$$

高速応答通信を支援するために、双方向フレーム構造で少なくとも２つのアプローチが可能である。一つは、図68に示すように分配自動化のための各チャネル内にシングルスロット（たとえばNRR1）を配置させることである。これにより、１時間に217メッセージの容量を持つ各コマンドメッセージの応答時間は次のようになる。

16/29x30＝16.55秒

２つ目のアプローチは、図69に示すように割り当てられた10のスロットから成る、リアルタイムチャネルまたはRチャネルと呼ばれる新しい種類のチャネルを指定することである。分散自動化を支援するためには少なくとも２つのチャネルが必要で、それらは２つのスペアのスロット／チャネルを備えて示すように構成することができる。スペアのスロットはDA情報収集のための回線アクセススロットとして採用することができ、他のチャネル構成が支援されるよう、チャネルの種類を示すために使用することもできる。

分散自動化のためのチャネルフレーム構造

指定チャネルにDAスロットを割り当てること、あるいはRチャネルと呼ばれる特別なDAチャネルのような、上記の２種類の高速応答通信のアプローチのうち、Rチャネルのアプローチは既存のNSMファームウェアに対する影響が最小限で、CAT分散処理を介して可変量の帯域幅をDA機能に割り当てることができるという点で柔軟性が高いと考えられる。もとのチャネル構成とは独立した新しい構成をNSMレベルで加えることは可能であるが、将来ス

ロットの割当を変えるには、スロットとチャネルの両方の割当を支援するためのNSMファームウェアの追加が必要になる。
図71に、改良された振幅多重化（ADMP）プラス２対のリアルタイムチャネルを採用し、１日の隣接ネットワーク容量120,000レポート／コントロールメッセージプラス120DAメッセージ／時（2880/日）、最大応答時間15秒を実現するフレームの構成例を示す。これは、隣接ネットワークの150DAコントロールメッセージ／日の設計要件を超えている。
指向性多重化（DDMP）を採用する際には、15秒の応答時間にするために、フレームにつき２対のＲチャネルを割り当てる必要があると考えられる。４つのABCDスロットのそれぞれは、隣接ネットワーク内で各四分円へメッセージを送るために使用できるため、DDMPの理論的DAメッセージ容量はADMPより４倍大きいが、人間のオペレータが関与する場合、実際的な限度は１対のＲチャネルにつき１メッセージ、すなわち1/15秒になる。しかし、DDMPは、制御戦略の自動化のために、より大きな容量を提供するであろう。図70に、アプローチの比較を示す。
図72に、改良したADMPに割り当てたD/Aスロットを採用し、30秒の応答時間で2880DAメッセージ／日の容量を実現したフレーム構成を示す。応答時間が16秒以下になると、NSMからRCNへのレポート容量を低下させる、チャネルにつき１スロット以上の割当が必要になる。
本発明の請求の範囲又は精神から離れることなく、本発明による遠隔データ生成局からデータを収集する通信ネットワークにさまざまな改良を行うことができることは明白であり、本発明は、添付の請求項およびそれに同等の範囲に入る場合、通信ネットワークの改造および変形を含むものとする。

【図１】

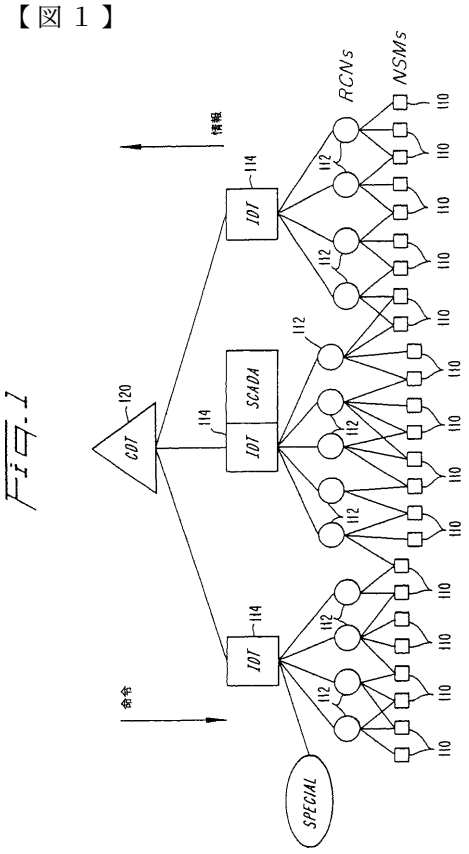


Fig. 1

【図３】

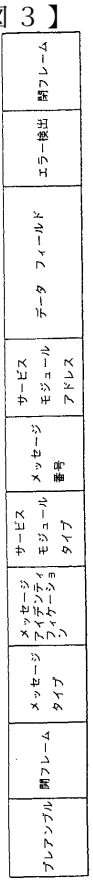


Fig. 3

【図２】

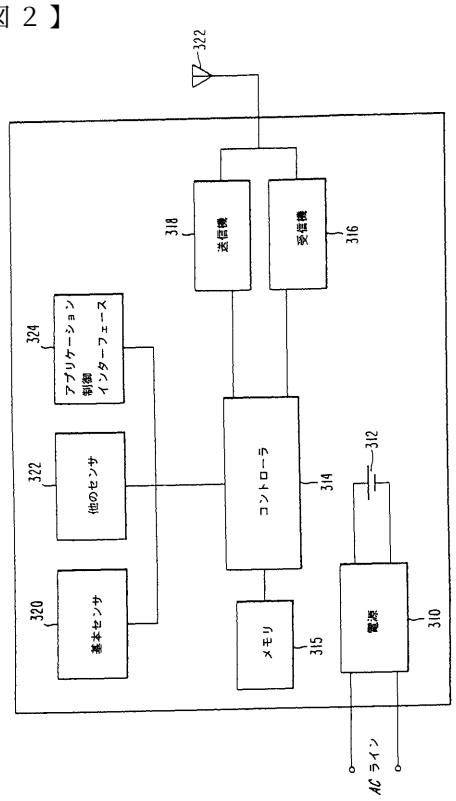


Fig. 2

【図１８】

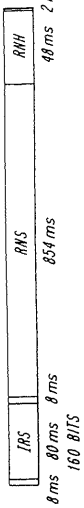


FIG. 18

【図４】

Fig. 4

グループ	アプリケーション
1．課金	1．1 基本月決め課金（住宅／商用） 1．2 使用時間課金 （住宅／商用） 1．3 需要 課金 （住宅／商用） 1．4 複数サイトの顧客に対する統合された課金 例．ビルボードオペレータ（商用） 1．5 予納顧客サポート（住宅）
2．特殊読出し	2．1 顧客からの問合せ（各顧客について利用できる１～３日分の日計の消費レコード） 2．2 口座開設（利用可能な現在の読出し） 2．3 口座閉鎖（利用可能な現在の読出し） 2．4 予納について返金の承認
3．承認されていないサービスの使用	3．1 損失源 3．2 メータの不正使用の検出とモニタ 3．3 所得流用の評価
4．グリッドステイタス	4．1 分配グリッドの故障（フューズ、再閉塞器、分岐器、分配変圧器） 4．2 個別サービス損失 4．3 復旧通知
5．サービス品質	5．1 故障情報 5．2 ライン上の電圧
6．グリッド型態管理	6．1 コンデンサバンクの切替え 6．2 変圧器負荷の管理 6．3 送電線負荷管理 6．4 分岐器制御
7．負荷制御	7．1 エアコンディショナ 7．2 温水器 7．3 プール ポンプ／ヒータ
8．サービス制御	8．1 サービス接続 8．2 サービス解除 8．3 サービス制限
9．負荷調査	9．1 １５分毎の負荷調査
１０．サブＳＣＡＤＡとＳＣＡＤＡをモニタするサブステーション	１０．１ 変圧器（温度、電圧、需要等） １０．２ その他
１１．負荷軽減モニターリングと通知	１１．１ 需要に関する高精度の読出し １１．２ 複数の状態を有する地域についての中央制御 １１．３ 顧客への通知（ＣＲＴ、ページング、ラジオ）

【図４８】

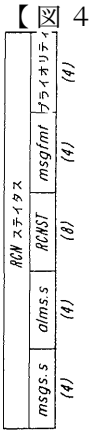
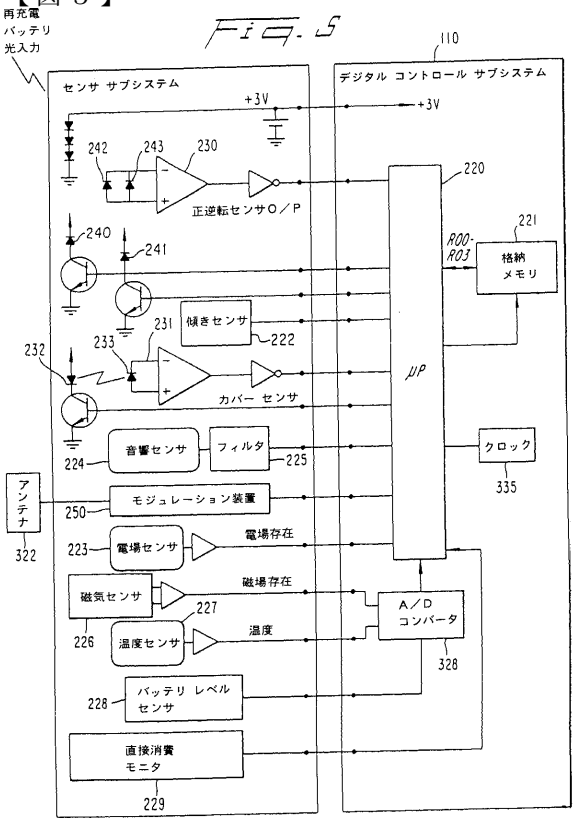


FIG. 48

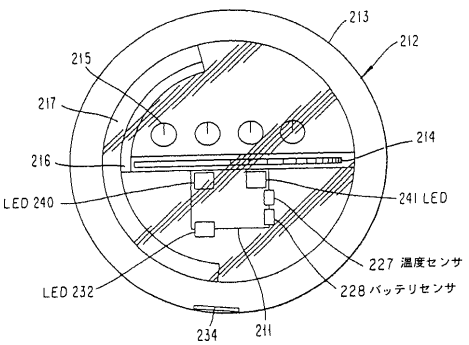
【図５】

Fig. 5



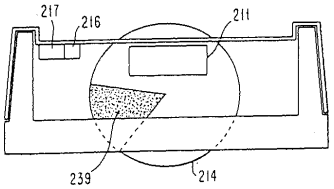
【図６】

Fig. 6



【図７】

Fig. 7



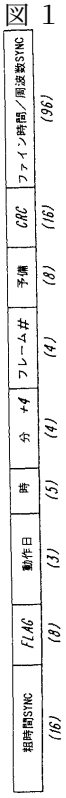
【図１６】

FIG. 16

先頭ガード	プリアンブル	データ リンク パケット	後端ガード
			ストップビット

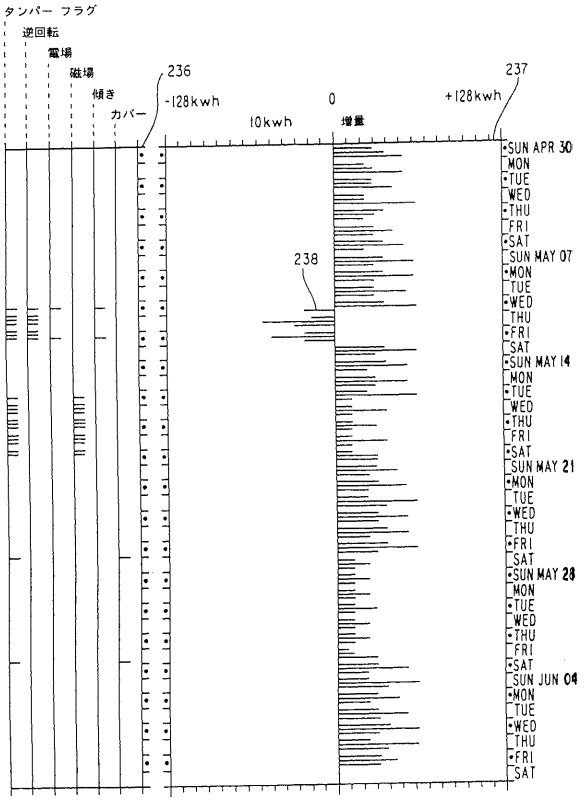
【図１９】

FIG. 19



【図８】

Fig. 8



【図９】

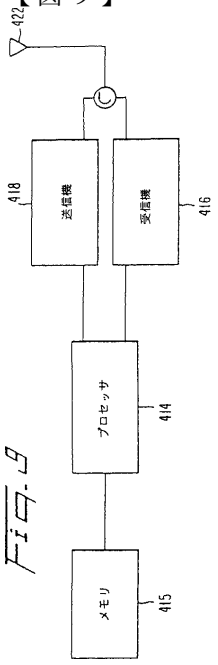


Fig. 9

【図１０】

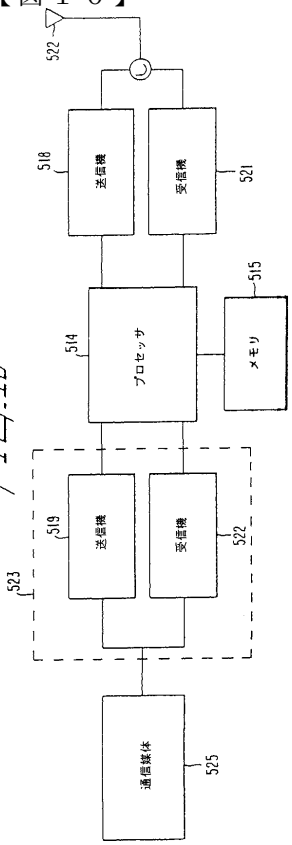


Fig. 10

【図２０】



FIG. 20

【図２１】

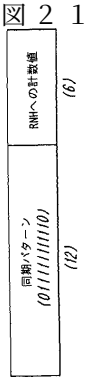


FIG. 21

【図１１】

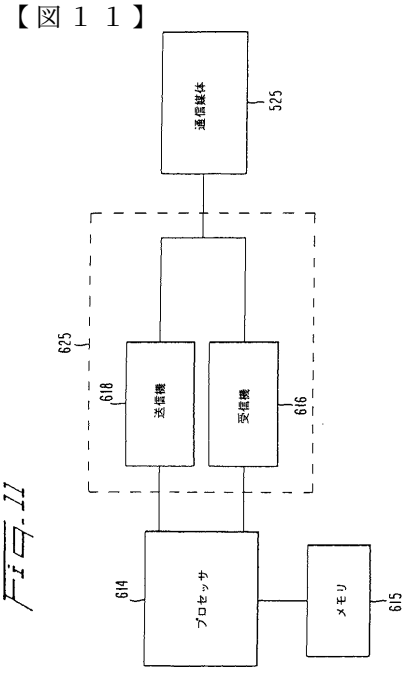


Fig. 11

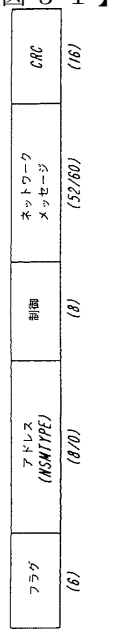
【図２５】

FIG. 25

フラグ	アドレス	コントロール	情報	FCS	フラグ
(8)	(8)	(8/16)	(可変)	(16/32)	(8)
01111110	拡張可能			CRC	01111110

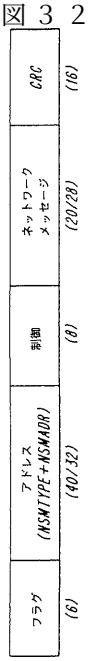
【図３１】

FIG. 31



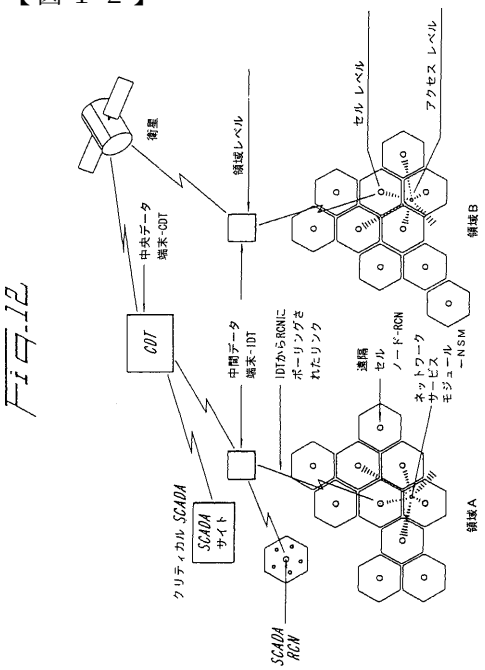
【図３２】

FIG. 32



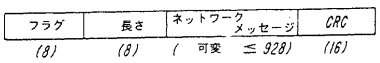
【図１２】

Fig.12



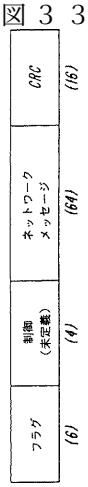
【図２６】

FIG. 26



【図３３】

FIG. 33



【図１３】

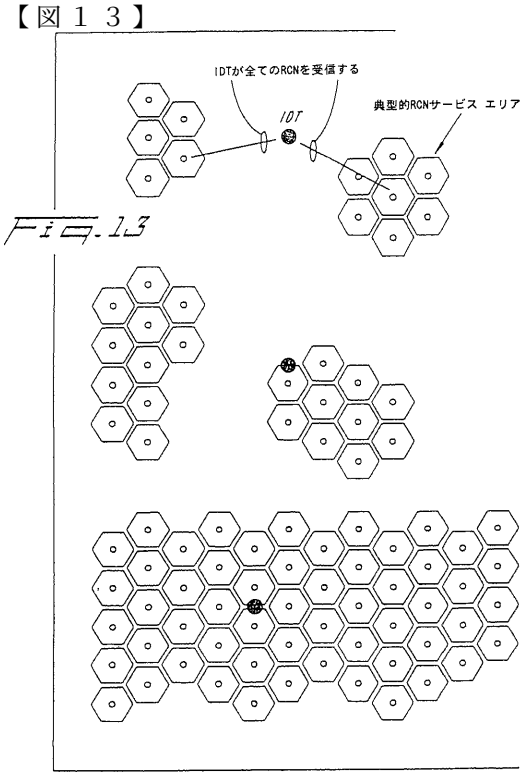


Fig. 13

【図４３】

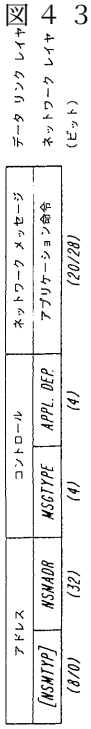
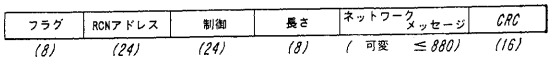


FIG. 43

【図２７】

FIG. 27



【図１４】

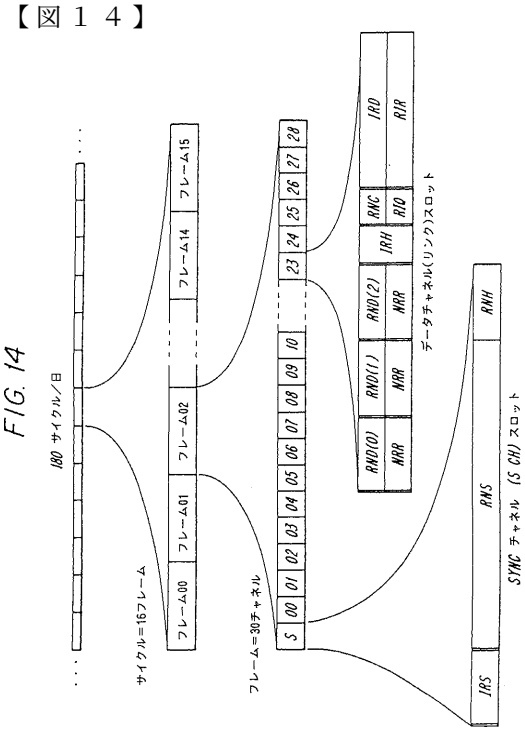


FIG. 14

【図４６】

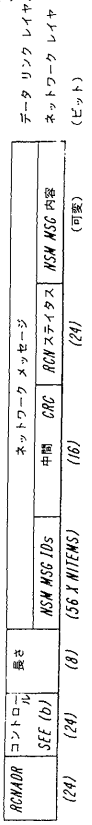
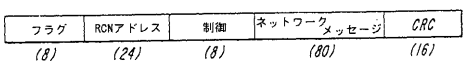


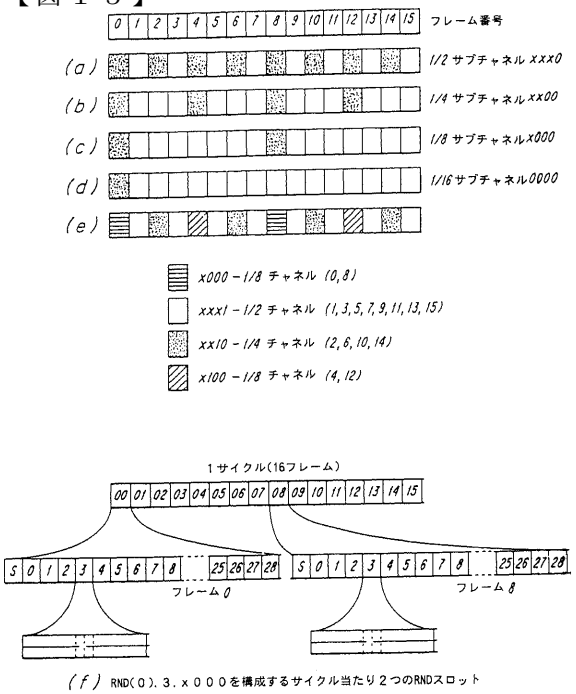
FIG. 46

【図２８】

FIG. 28



【図１５】



(f) RND(0). 3. x000を構成するサイクル当たり２つのRNDスロット

FIG. 15

【図１７】

FIG. 17

データ チャネル スロットの記述										
スロット		先頭ガード		プリアンブル		DL パケット				後端ガード
名前	サイズ (ms)	Tx ディレイ (ms)	Rx ディレイ (ms)	Tx (ms)	Rx (min) (ms)	サイズ (ms)	ビット フラグ	ビット PKT	÷	(ms)
NRR	100	6±1	8	12	8	80	8	152	F	2±1
RND	100	8	7±1	0	0	90	6	84+	F	2
RNC	100	8	7±1	0	0	90	6	84+	F	2
IRH	100	8	8	10	8	80	8	152	F	2
RIO	100	8	8	10	8	80	8	152	F	2
IRD	500	8	8	10	8	480	8	952	V	2
RIR	500	8	8	10	8	480	8	952	V	2

÷ - 固定長対可変長パケット
÷+ - 8の倍数でない。

【図２９】

FIG. 29

フラグ	アドレス (NSMTYPE+NSMADR)	制御	ネットワーク メッセージ	CRC
(8)	(40)	(16)	(80)	(16)

【図３０】

FIG. 30

フラグ	RCNアドレス	制御	ネットワーク メッセージ	CRC
(8)	(24)	(24)	(24)	(16)

【図２２】



FIG. 22

【図３６】

0000 1000 0000 0000 0000 0011 TIER アドレス パターン
0000 1011 0000 0000 0000 1111 TIER アドレス マスク

xxxx 1x00 xxxx xxxx xxxx 0011	論理 TIER アドレス

1101 1100 0010 1111 1001 0011 E.G. 選択されたアドレス
1101 1100 0010 1111 1001 0101 E.G. 選択されなかったアドレス

FIG. 36

【図３５】

ノード	アドレス ビット数	アドレス スペース サイズ
NSM	32	4 ビリオン
RCN	24	16 ミリオン
IDT	16	64 K

FIG. 35

【図３９Ａ】

FIG. 39A



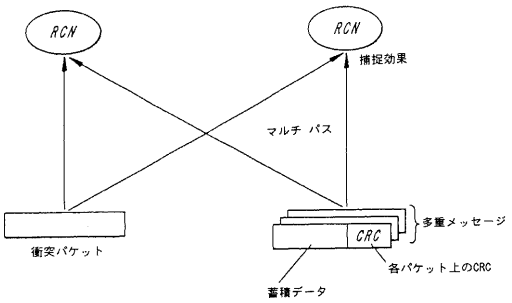
【図２３】

FIG. 23



【図２４】

FIG. 24



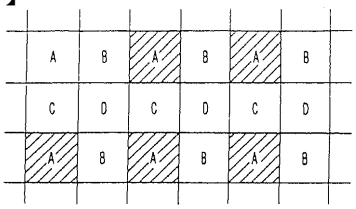
【図３９Ｂ】

FIG. 39B

サブチャネル サイズ	1/4, チャネル毎に３ラウンドのスロット
リスト長	8 MSGS
循環時間	５分、２０秒（ＡＶＧ）
MSG ライフスパン	３２分間に６回送信
LIST ライフスパン	１６分毎に５０％の逆転(4MSGS)
MAX スループット	３６０MSGS／日又は１５MSGS／時

【図６２】

FIG. 62



【図３４】

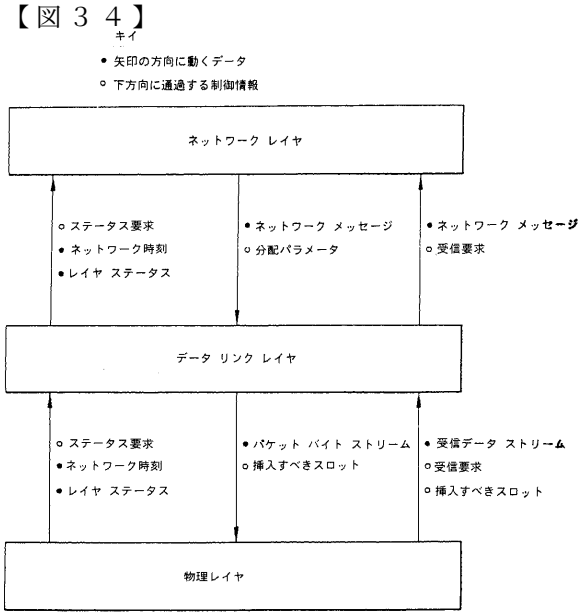


FIG. 34

【図３７】

FIG. 37

放送メッセージの共通フィールド	
メッセージタイプ	フォーマットを指示するコードおよびメッセージの残りの部分の内容は命令動作コードであると考えられる。
ＮＳＭタイプ	メッセージ受信者のＮＳＭの特定のクラスへの制限は、サブチャネルが１つのＮＳＭタイプに専用されている場合に省略される。
バージョン・シーケンス番号	循環リスト中のメッセージが変化する毎に、この番号は増加（モジュロ２２）；ＮＳＭはメッセージのサーチが先に実行された場合、当該サーチはアボートされる。
リスト位置	全体の循環リスト内の現在のメッセージの位置は、リスト長とともに、サーチを最適化するために使用される。
リスト長	循環リスト内のメッセージの数

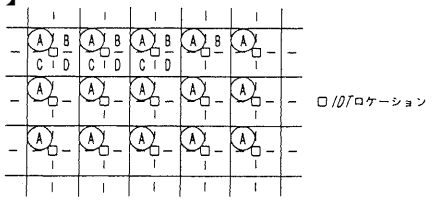
【図３８】

FIG. 38

サブチャネル サイズ	1/16, チャネル毎に１ラウンドのスロット
リスト長	68 MSGS（4レートクラス、各クラス17MSGS）
循環時間	９時間４分

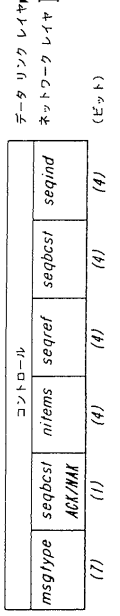
【図６４】

FIG. 64



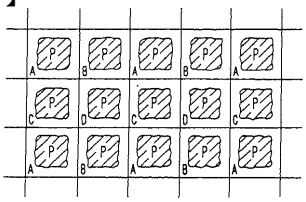
【図４７】

FIG. 47



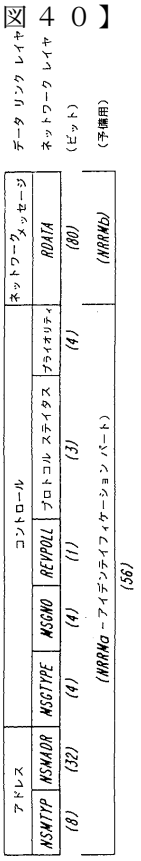
【図６３】

FIG. 63



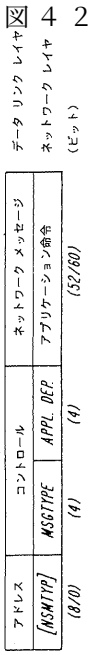
【図４０】

FIG. 40



【図４２】

FIG. 42



【図４５】

FIG 45

RND スロット	チャネル	サブチャネル サイズ／ロケーション
ss: 0, 1, 2 J=>ALL	ccc: 0..7	0 yyyy RND(ss).ccc.yyyy 10 yyy RND(ss).ccc.xyyy 110 yy RND(ss).ccc.xxyy 1110 y RND(ss).ccc.xxxy 11110 RND(ss).ccc.xxxx
ss+3	ccc+7	11111 割当てられたサブチャネルなし
(2)	(3)	(5)

(ビット)

【図５０】

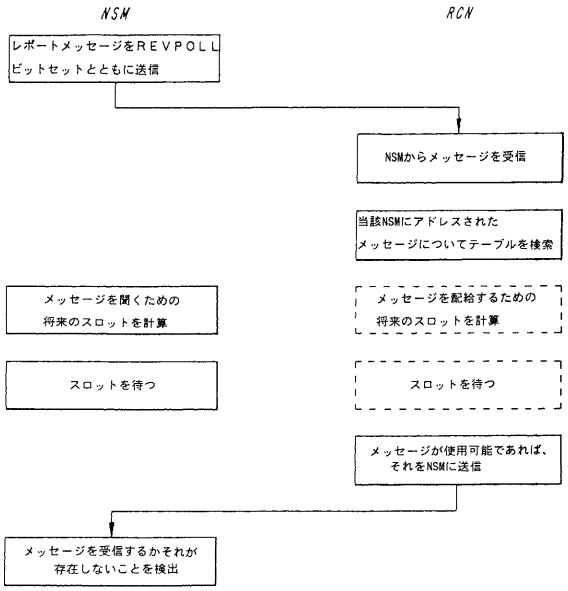
FIG 50

RCNADR	コントロール				ネットワーク メッセージ		
	SACイネーブル	スロットタイプ	SEQNO	MSGTYPE	インデックス	SAC	
(24)	(1)	(3)	(4)	(8)	(8)	(64)	

データ リンク レイヤ
ネットワーク レイヤ
(ビット－24 不使用)

【図４１】

FIG. 41



【図４４】

FIG 44

アドレス	コントロール			ネットワーク メッセージ			
NSMTYP	APPLTYP	CAT 10	不使用	ビットマップ	B/C サブチャネル	REV POLL サブチャネル	CAT VERS
(8)	(4)	(2)	(2)	(28)	(10)	(10)	(4)

データ リンク レイヤ
ネットワーク レイヤ
(ビット)

【図４９】

FIG. 49

RIP当たりのNSMメッセージの最大数

msgfmt	tags	NSM msg サイズ（ビット）	# NSM msgs／レポート
0	p, v	144	5
1	p, v, f, s, t	116	4
2	p, v, f, d, t	116	4
3	p, v, f, s, d, t, c, crc	200	4
4	p, v, f, s, d, t	184	4
5	p, v, d, t	168	5

【図５１】

FIG. 51

SAC（特殊なアプリケーションコントロール）		
ロード CNTL SCRAM	電力停止	未割当て
(4)	(4)	(56)

【図５２】

FIG. 52

IRD-NSM 放送メッセージ				
サブチャネル	ライフタイム	初期スロット	位置	NSM メッセージ
(14)	(10)	(16)	(8)	(168)

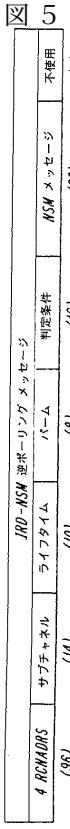
【図５３】

FIG. 53

サブチャネル			ライフタイム		初期スロット		
フレーム#	マスク	チャネル	スロット	ユニット	長さ	曜日	サイクル#	フレーム#
(4)	(4)	(3)	(3)	(2)	(8)	(4)	(8)	(4)

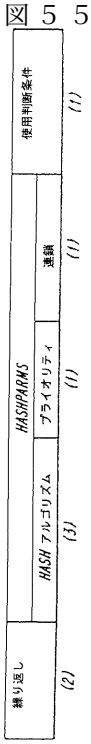
【図５４】

FIG. 54



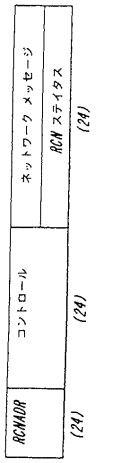
【図５５】

FIG. 55



【図５６】

FIG. 56



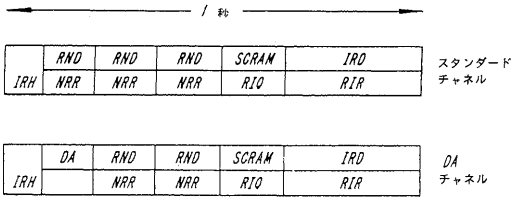
【図５７】

FIG. 57

NSM メッセージ プライオリティ		
プライオリティ フィールド	実際の プライオリティ	コメント
0	NSM-LOW	・RCNに割当てられた実際のプライオリティ
15	NSM-HIGH	・RCNに割当てられた実際のプライオリティ
1..14	1..14	・メッセージに含まれた明示のプライオリティ

【図６８】

FIG. 68



【図５８Ａ】

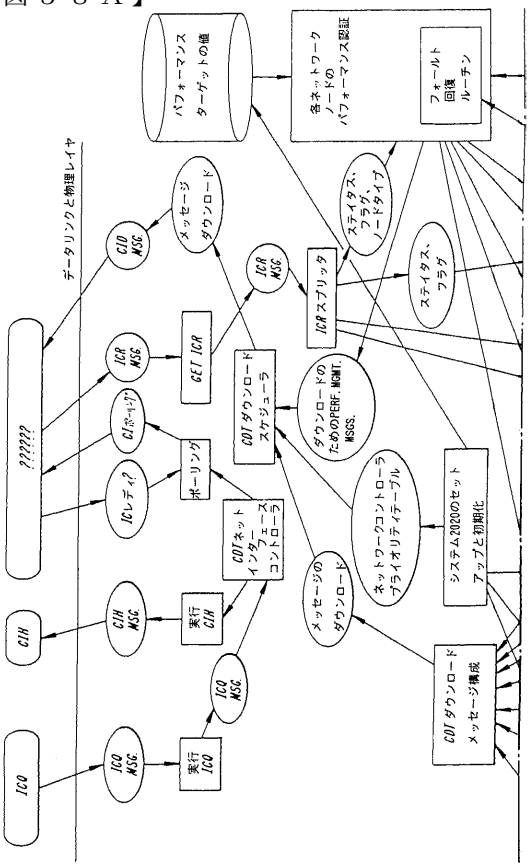


FIG. 58A

【図５８Ｂ】

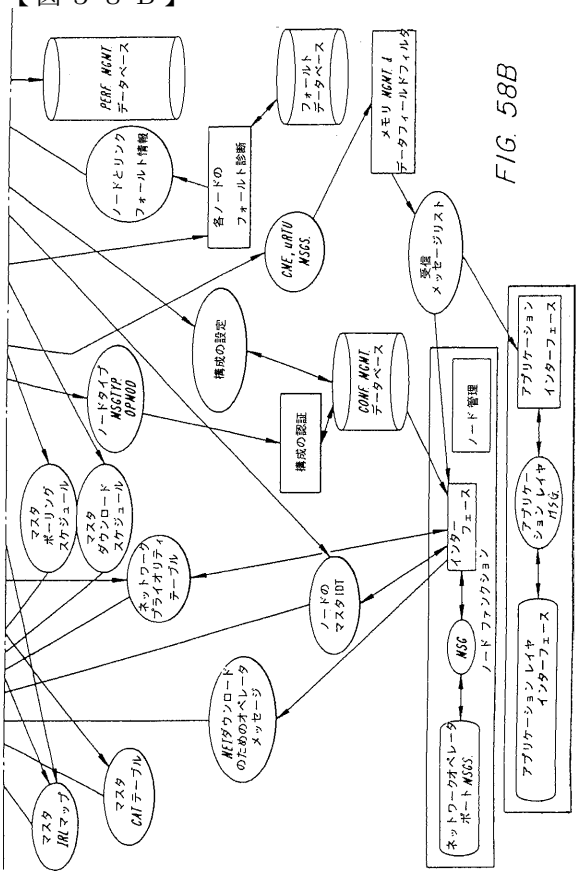


FIG. 58B

【図５９】

FIG. 59

2.4 マスタ メッセージ フォーマット

2オクテット マスタ/RTU アドレス	1オクテット ファンクション コード	1オクテット コマンド コード	2オクテット オクテットの数	データ フィールド	2オクテット CRC-16 ブロックチェック

現行システム2020のメッセージのコードはフォーマットを持つ。

個別にアドレスされた NSMメッセージ

アドレス	コントロール	メッセージ	CRC
(40)	(8)	(20)	(16)

MSW レポート メッセージ

アドレス	コントロール	データ	CRC
(40)	(16)	(80)	(16)

シーケンスのオペレーションの前に選択

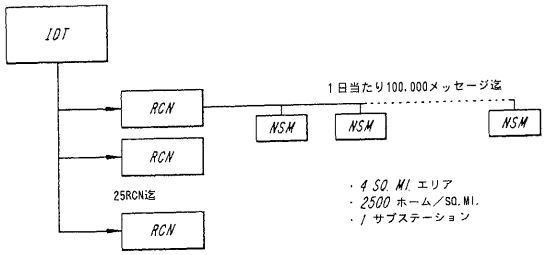
【図６０】

FIG. 60

	基本のシステムサービス			DSW			DA サービス			CSN
	AMR OR TDU	ロード サーベイ	ロード コントロール	工業計測	ロード管理	LAN	FAN		
フィーダの数	10	10	10	10	10	10	10			10
NSMの数	10,000	100	6000	100	50	30	100			40
レポート/日/NSM	3	32	1	48	6	96	フォールト依存 例. 2T			2
レポートメッセージ/日	30,000	3200	6000	4800	300	2880	200			80
アラームメッセージ/日										
放送メッセージ/日			60		24					
ポーリングメッセージ/日/NSM						2	0.1			2
コントロールメッセージ/日/NSM		1	1/30		6					
応答時間		間接	間接			10 秒	10 秒	10-30 秒		
ダウンストリームメッセージ/日		100	200		300	60	10	80		
全メッセージ/日	30,000	3300	6200	4800	600	3000	210	160		
	計 39,500 メッセージ/日			計 5400 DSWメッセージ/日		計 3450 DA メッセージ/日				

【図６１】

FIG. 61



1日当たり240,000
メッセージ迄

方向	メッセージ タイプ	#NSM's	レポート／日／NSM	メッセージ／日
上流	メータ読取レポート	10,000	3	30,000
	ロード サーベイ レポート	100	32	3200
	LCMレポート	2000	1	2000
	電圧モニタ	60	24	1440
	フォールト モニタ アラーム	320	2	640
	小計	12,480		37,280
下流	TOUスケジュール			96
	ロード コントロール			48
	ロード カーテイル			48
	イネーブル／ディスイネーブルLCM	100		100
	イネーブル／ディスイネーブル LSURVEY	100		100
	小計			392
	合計			37,672

【図６５】

FIG. 65

	L	R	L	R	L
	R	L	R	L	R
	L	R	L	R	L

【図６７】

FIG. 67

	SDMP	MODIFIED ADMP	DDMP
通信の信頼性の問題			
相隣るエリアとの干渉に対する抵抗	HIGHEST	MEDIUM	HIGH
耐候性	HIGH	HIGH	HIGH
相隣るエリアへの適用の容易性（IDT失敗の際）	MEDIUM	LOW	HIGH
トポロジカル フレキシビリティ	LOW	MEDIUM	HIGH
性能の問題			
応答時間	DETERMINISTIC	DETERMINISTIC	DETERMINISTIC
ポーリング効率	0.25	67%	>90%
イーブスドロップ（着信）効率	-	-	-
アラームレポート遅延	0	0	UP TO 4 SEC.
DAトラヒック取扱いの容易性	HIGH	LOW	MEDIUM
コストの問題			
ハードウエア開発コスト	LOW	LOW	HIGH
F/W & S/W 開発コスト	LOW	HIGH	MEDIUM
ハードウエア FAB コスト	LOW	MEDIUM	HIGH
設置コスト	LOW	LOW	MEDIUM

【図６６】

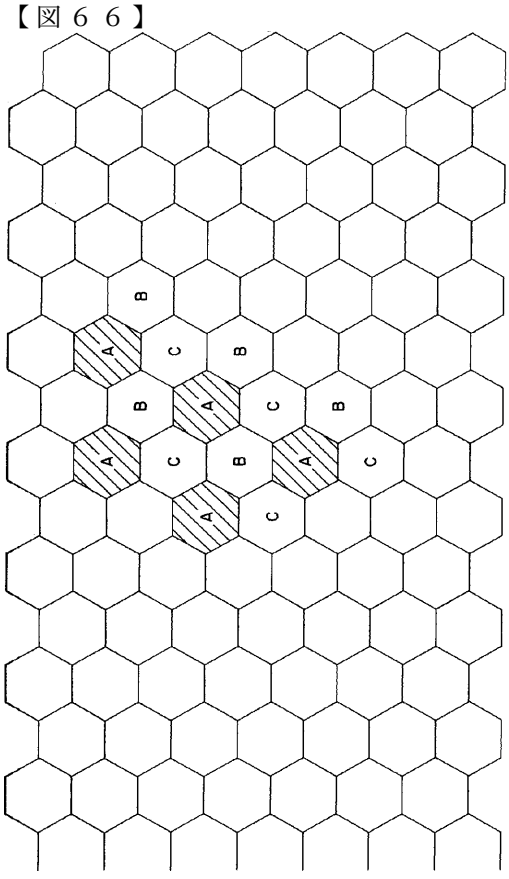


FIG. 66

【図６９】

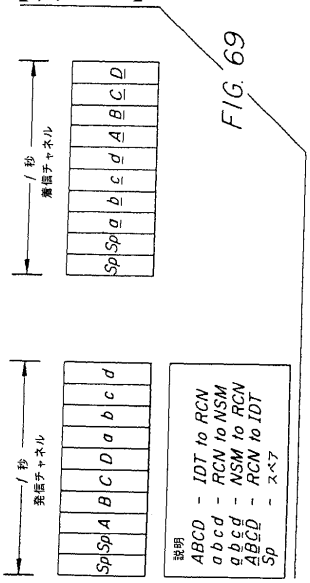


FIG. 69

【図７０】

ポーリング方法	DA チャネル構成	1時間当たりDAメッセージ	1日当たりDAメッセージ	応答時間	レポート／コントロール／メッセージ／日
ADMP	4 R チャネル／フレーム	240	5280	15 秒	120000
ADMP	16 D/A スロット／フレーム	120	2880	30 秒	140000
SDMP	4 R チャネル／フレーム	240	5280	15 秒	45000
DDMP	4 R チャネル／フレーム	960・ 240・・	5280	15 秒	175000

・理論
・・実際

FIG. 70

【図７１】

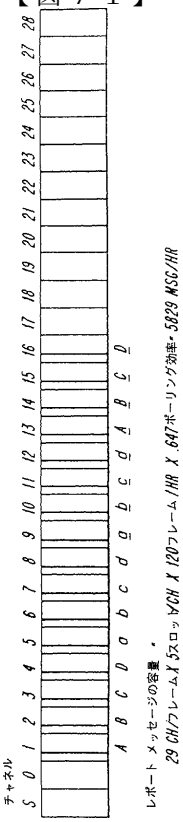


FIG. 71

【図７２】

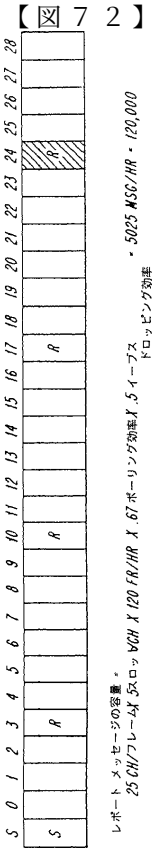


FIG. 72

フロントページの続き

(72)発明者　マーキナック，ドン
カナダ、アール３ティ・５エイ６、マニトバ、ウイニペグ、オードゥボン・プレイス２３番
(72)発明者　ホロウィック，アーウィン
カナダ、アール３アール・１エム７、マニトバ、ウイニペグ、サンダム・クレセント３４番

審査官　萩原　義則

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04Q 9/00