

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3973629号

(P3973629)

(45) 発行日 平成19年9月12日(2007.9.12)

(24) 登録日 平成19年6月22日(2007.6.22)

(51) Int. Cl.

F I

|      |       |           |      |       |      |
|------|-------|-----------|------|-------|------|
| HO4L | 12/56 | (2006.01) | HO4L | 12/56 | 200C |
| HO4Q | 7/36  | (2006.01) | HO4B | 7/26  | 105D |

請求項の数 31 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-585389 (P2003-585389)  
 (86) (22) 出願日 平成14年7月1日(2002.7.1)  
 (65) 公表番号 特表2005-522946 (P2005-522946A)  
 (43) 公表日 平成17年7月28日(2005.7.28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IT2002/000430  
 (87) 国際公開番号 W02003/088605  
 (87) 国際公開日 平成15年10月23日(2003.10.23)  
 審査請求日 平成17年5月19日(2005.5.19)  
 (31) 優先権主張番号 T002A000326  
 (32) 優先日 平成14年4月12日(2002.4.12)  
 (33) 優先権主張国 イタリア(IT)

(73) 特許権者 503148270  
 テレコム・イタリア・エッセ・ピー・アー  
 イタリア国 アイー20123 ミラノ  
 ピアッツァ デグリ アッファーリ 2  
 (74) 代理人 100064355  
 弁理士 川原田 一穂  
 (72) 発明者 ルチアノ・レンズィニ  
 イタリア国 アイー10148 トリノ  
 ヴィア レイス ロモリ 274、テレコ  
 ム・イタリア・エッセ・ピー・アー内  
 (72) 発明者 エンゾ・ミンゴツィ  
 イタリア国 アイー10148 トリノ  
 ヴィア レイス ロモリ 274、テレコ  
 ム・イタリア・エッセ・ピー・アー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同期及び非同期パケットフロー技術セクター間の共用リソースのスケジューリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケット通信ネットワークのノードにおいてそれぞれの関連待ち行列を生成する複数の情報パケットフロー間で共用されるサービスリソースのスケジューリング手順であって、前記ノードに入力される前記フローの各々のトラヒックがそれぞれの待ち行列に挿入され、前記フローは、保証された最小サービス率 ( $r_i$ ) を要求する同期フロー ( $i$ ) と、同期フローにより使用されずに残った前記リソースのサービス容量を使用する非同期フロー ( $j$ ) とを含み、該手順はサーバー (10) を利用し、かつ以下の操作、すなわち

- サーバー (10) が前記それぞれの待ち行列へのアクセスサイクルを完了するのに必要な時間を特定する目標回転時間値 (TTRT) に基づいて、前記サーバー (10) が前記フロー ( $i, j$ ) に関連したそれぞれの待ち行列を連続サイクルにてアクセスするようにし、
- 各同期フロー ( $i$ ) を、サーバーが先に進む前にそれぞれの同期フローがサービスを受けることができる最大期間を示すそれぞれの同期容量値 ( $H_i$ ) と関連付け、
- 各非同期フロー ( $j$ ) を、それぞれの待ち行列がサービスを受ける権利を有するように設定しなければならない値を特定する夫々の第1遅延値 ( $L_j$ ) と、前のサイクルにおいてサーバー (10) がそれぞれの待ち行列にアクセスした瞬間を示す夫々の第2値 ( $last\_visit\_time$ ) に関連付け、前記それぞれの待ち行列に対してサーバーの前のアクセスからの経過時間を求め、
- 同期容量 ( $H_i$ ) の前記夫々の値に対して最大サービス時間の間、同期フロー ( $i$ )

に関連した各待ち行列にサービスを行い、そして

- 予想される瞬間に先行してサーバー(10)のアクセスが行われた場合にのみ、非同期フロー(j)に関連した各待ち行列にサービスを行い、この先行は、前記目標回転時間値(TTRT)とサーバー(10)の前のアクセスからの経過時間及び累積遅延との差として求められ、もし正ならば、この差が各非同期待ち行列の最大サービス時間を定める、操作を含み、前記手順はまた、i番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値( $H_i$ )を、以下の事項、すなわち

- 前記同期フローの前記同期容量値の総和と、前記共用サービスリソースによりサービスを受ける最長パケット期間( $\tau_{max}$ )とを加えたものが、前記目標回転時間値(TTRT)を超えず、かつ

- 前記目標回転時間値(TTRT)が、前記共用サービスリソースによりサービスを受ける最長パケット期間( $\tau_{max}$ )と、前記同期フローにより要求される最小サービス率( $r_i$ )を前記共用サービスリソースのサービス容量(C)で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和についての1の補数との比以上であること、

を保証することによって定める操作をも含み、

前記連続サイクルの各サイクル中、前記サーバー(10)が、前記同期フローに関連する総ての待ち行列に二重アクセスを実行し、次いで前記非同期フローに関連した待ち行列にアクセスし、前記手順が、

- 各同期フロー(i)に対し、それぞれのフローに利用可能なサービス時間量を示す別の値( $\Delta_i$ )を関連付ける操作、

- 前記二重アクセスの大サイクル中、最大で前記別の値( $\Delta_i$ )に等しい期間の間、同期フロー(i)に関連した各待ち行列にサービスを行う操作、及び

- 前記二重アクセスの小サイクル中、前記別の値( $\Delta_i$ )が厳密に正ならば、同期フロー(i)に関連した各待ち行列のただ1つのパケットにサービスを行う操作、

を含むことを特徴とする前記手順。

【請求項2】

前記i番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値( $H_i$ )を、前記i番目の同期フローにより要求される最小サービス率( $r_i$ )と、前記共用サービスリソースのサービス容量(C)で規格化された前記目標回転時間値(TTRT)との積として定める操作を含むことを特徴とする請求項1に記載の手順。

【請求項3】

前記i番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値( $H_i$ )を、  
- 前記同期フローにより要求される最小サービス率( $r_i$ )を前記共用サービスリソースのサービス容量(C)で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和がファクター( $\alpha$ )についての1の補数以下となるようにファクター( $\alpha$ )を定め、

- 前記i番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値( $H_i$ )を、第1パラメータと第2パラメータとの比と、前記目標回転時間値(TTRT)との積として定める、

ことにより定める操作を含み、ここで、

- 前記第1パラメータは、前記非同期フローの数( $N_A$ )と前記ファクター( $\alpha$ )との和に、前記同期フローにより要求される最小サービス率( $r_i$ )を前記共用サービスリソースのサービス容量(C)で規格化したものとの積であり、

- 前記第2パラメータは、前記非同期フローの数( $N_A$ )と、前記同期フローにより要求される最小サービス率( $r_i$ )を前記共用サービスリソースのサービス容量(C)で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和についての1の補数との和であることを特徴とする請求項1に記載の手順。

【請求項4】

前記同期フローにより要求される最小サービス率( $r_i$ )を前記共用サービスリソースのサービス容量(C)で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和が1以下であることを保証する操作を含むことを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の

手順。

【請求項5】

前記手順は i 番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値 ( $H_i$ ) を、以下の事項、すなわち

- i ) 次式

【数1】

$$\sum_{i=1}^{N_s} H_i + \tau_{\max} \leq TTRT$$

$$TTRT \geq \frac{\tau_{\max}}{1 - \sum_{h=1}^{N_s} r_h / C}$$

- i i ) また、次式の少なくとも1つ

【数2】

及び

【数3】  $\frac{f \cdot TTRT}{C}$

$$H_i = \frac{(N_A + \alpha) \cdot r_i / C}{N_A + 1 - \sum_{h=1}^{N_s} r_h / C} \cdot TTRT$$

ここで、

- $H_i$  は、i 番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値 ( $H_i$ ) であり、
  - 総和は、 $N_s$  に等しい総ての同期フローに亘ってとり、
  - $N_A$  は、前記非同期フローの数であり、
  - $\tau_{\max}$  は、前記共用サービスリソースによる最長パケットサービスの期間であり、
  - $TTRT$  は、前記目標回転時間値であり、
  - $C$  は、前記共用サービスリソースのサービス容量であり、
  - $r_i$  は、i 番目の同期フローにより要求される最小サービス率であり、次式を満たし、
- 【数4】

$$\sum_{h=1}^{N_s} r_h / C < 1$$

- $\alpha$  は、次式を与えるパラメータである、

【数5】

$$\sum_{h=1}^{N_s} r_h / C \leq 1 - \alpha$$

を満たすことによって定めることを特徴とする請求項1に記載の手順。

【請求項6】

前記二重アクセスの大サイクル中に待ち行列がアクセスされるとき、同期容量 ( $H_i$ ) の前記それぞれの値だけ前記別の値 ( $\Delta_i$ ) をインクリメントする操作を含むことを特徴とする請求項1に記載の手順。

【請求項7】

サービスを受けた各パケットだけ伝送時間の前記別の値 ( $\Delta_i$ ) をデクリメントする操作を含むことを特徴とする請求項1又は6に記載の手順。

【請求項8】

前記二重アクセスの大サイクル中、同期フロー (i) に関連した各待ち行列のサービスが、以下の条件、すなわち、

- 待ち行列が空である、
  - 前記別の値 ( $\Delta_i$ ) により表される利用可能な時間が、待ち行列の最前部のパケットにサービスを行うには十分でない、
- のうちの1つが生じたときに終了することを特徴とする請求項1、6又は7に記載の手順。

【請求項9】

それぞれの待ち行列が空のとき、前記別の値 ( $\Delta_i$ ) をリセットする操作を含むことを特徴とする請求項8に記載の手順。

【請求項10】

前記二重アクセスの小サイクル中に所与のサービスの存在下、前記別の値 ( $\Delta_i$ ) のサービス時間をデクリメントする操作を含むことを特徴とする請求項1又は6～9のいずれか一項に記載の手順。

【請求項11】

前記同期フロー ( $i$ ) に関連した総ての待ち行列の前記二重アクセス中、前記小サイクルが、以下の条件、すなわち

- 同期フロー ( $i$ ) に関連した最後の待ち行列がアクセスされたこと、
  - 前記同期フロー ( $i$ ) に関連した総ての待ち行列の容量 ( $H_i$ ) の合計以上の期間が、前記二重アクセスの前記大サイクルの開始から経過したこと、
- のうちの1つが満たされるときに終了することを特徴とする請求項1又は6～10のいずれか一項に記載の手順。

【請求項12】

前記別の値 ( $\Delta_i$ ) をゼロに初期化する操作を含むことを特徴とする請求項1又は6～11のいずれか一項に記載の手順。

【請求項13】

前記差が負の場合、非同期フロー ( $j$ ) に関連した各前記待ち行列がサービスを受けず、前記差の値が前記遅延 ( $L_j$ ) と累積されることを特徴とする請求項1～12のいずれか一項に記載の手順。

【請求項14】

非同期フロー ( $j$ ) に関連した待ち行列のサービスは、以下の条件、すなわち

- 待ち行列が空である、
  - 利用可能な時間が、待ち行列の最前部にあるパケットを伝送するのに十分でない、
- のうちの1つが満たされたときに終了することを特徴とする請求項1～13のいずれか一項に記載の手順。

【請求項15】

前記それぞれの第1値 ( $L_j$ ) 及び前記それぞれの第2値 ( $last\_visit\_time$ ) が、当該フローが始動されるとき、それぞれゼロ及び現在のサイクルの開始の瞬間に初期化されることを特徴とする請求項1～14のいずれか一項に記載の手順。

【請求項16】

パケット通信ネットワークのノードにおいてそれぞれの関連の待ち行列を生成する複数の情報パケット間で共用されるサービスリソースのスケジューリングシステムであって、前記ノードに入力される前記フローの各々のトラヒックがそれぞれの待ち行列に挿入され、

前記フローが、保証された最小サービス率を要求する同期フロー ( $i$ ) と、同期フローにより使用されずに残った前記リソースのサービス容量を使用するようにされた非同期フロー ( $j$ ) を含み、該システムは、連続サイクルにて前記フロー ( $i, j$ ) に関連したそれぞれの待ち行列にアクセスすることができるサーバー (10) を備え、該サーバーは、以下の操作、すなわち、

- サーバー (10) が前記それぞれの待ち行列のアクセスサイクルを完了するのに必要な時間を特定する目標回転時間値 (TTRT) を求める操作、
- 各同期フロー ( $i$ ) に対し、次に進む前に同期フローがサービスを受けることができる最大時間量を示すそれぞれの同期容量値 ( $H_i$ ) を関連付ける操作、

- 各非同期フロー（ $j$ ）に対し、それぞれの待ち行列がサービスを受ける権利を有するべく為されなければならない遅延を特定する夫々の第1遅延値（ $L_j$ ）、及び、前のサイクル中にサーバー（10）がそれぞれの待ち行列にアクセスした瞬間を示す夫々の第2値（ $last\_visit\_time$ ）を関連付け、前記それぞれの待ち行列について、サーバー（10）の前のアクセスからの経過時間を求める操作、
  - 前記それぞれの同期容量値（ $H_i$ ）に関係した最大期間の間、同期フロー（ $i$ ）に関連した各待ち行列にサービスを行う操作、及び
  - 予想される瞬間に先行してサーバー（10）のアクセスが行われた場合にのみ、非同期フロー（ $j$ ）に関連した各待ち行列にサービスを行う操作であって、この先行は、前記目標回転時間（TTRT）とサーバー（10）の前のアクセスからの経過時間及び累積遅延との差として求められ、もし正ならば、この差が各前記非同期待ち行列の最大サービス時間を定める前記操作
- を実行するように構成され、

該システムは、以下の事項、すなわち

- 前記同期フローの前記同期容量値の総和と、前記共用サービスリソースによりサービスを受ける最長パケット期間（ $\tau_{max}$ ）とを加えたものが、前記目標回転時間値（TTRT）を超えず、かつ
  - 前記目標回転時間値（TTRT）が、前記共用サービスリソースによりサービスを受ける最長パケット期間（ $\tau_{max}$ ）と、前記同期フローにより要求される最小サービス率（ $r_i$ ）を前記共用サービスリソースのサービス容量（ $C$ ）で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和についての1の補数との比以上であること、
- を保証することによって前記 $i$ 番目の同期フローに関連した待ち行列に対して前記それぞれの同期容量値（ $H_i$ ）を定めるように構成され、

前記連続サイクルの各サイクル中、前記サーバー（10）が、前記同期フローに関連する総ての待ち行列に二重アクセスを実行し、次いで前記非同期フローに関連した待ち行列にアクセスし、前記システムが、

- それぞれのフローに利用可能なサービス時間量を示す別の値（ $\Delta_i$ ）が各同期フロー（ $i$ ）に関連付けられ、
  - 前記二重アクセスの大サイクル中、最大で前記別の値（ $\Delta_i$ ）に等しい期間の間、同期フロー（ $i$ ）に関連した各待ち行列にサービスが行われ、及び
  - 前記二重アクセスの小サイクル中、前記別の値（ $\Delta_i$ ）が厳密に正ならば、同期フロー（ $i$ ）に関連した各待ち行列のただ1つのパケットにサービスを行う、
- ことを特徴とする前記システム。

【請求項17】

前記 $i$ 番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値（ $H_i$ ）を、前記 $i$ 番目の同期フローにより要求される最小サービス率（ $r_i$ ）と、前記共用サービスリソースのサービス容量（ $C$ ）で規格化された前記目標回転時間値（TTRT）との積として定めるよう構成されたことを特徴とする請求項16に記載のシステム。

【請求項18】

前記 $i$ 番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値（ $H_i$ ）を、

- 前記同期フローにより要求される最小サービス率（ $r_i$ ）を前記共用サービスリソースのサービス容量（ $C$ ）で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和がファクター（ $\alpha$ ）についての1の補数以下となるようにファクター（ $\alpha$ ）を定め；
- 前記 $i$ 番目の同期フローに関連した待ち行列の前記それぞれの同期容量値（ $H_i$ ）を、第1パラメータと第2パラメータとの比と、前記目標回転時間値（TTRT）との積として定める；

ことにより定めるよう構成され、ここで、

- 前記第1パラメータは、前記非同期フローの数（ $N_A$ ）と前記ファクター（ $\alpha$ ）との和に、前記同期フローにより要求される最小サービス率（ $r_i$ ）を前記共用サービスリソースのサービス容量（ $C$ ）で規格化したものとの積であり、

- 前記第2パラメータは、前記非同期フローの数 ( $N_A$ ) と、前記同期フローにより要求される最小サービス率 ( $r_i$ ) を前記共用サービスリソースのサービス容量 ( $C$ ) で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和についての1の補数との和であることを特徴とする請求項16に記載のシステム。

【請求項19】

前記同期フローにより要求される最小サービス率 ( $r_i$ ) を前記共用サービスリソースのサービス容量 ( $C$ ) で規格化したものを前記同期フローにわたってとった総和が1以下であることを保証するよう構成されていることを特徴とする請求項16～18のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項20】

該システムは、以下の事項、すなわち

- i) 次式、

【数6】

$$\sum_{i=1}^{N_s} H_i + \tau_{\max} \leq TTRT$$

$$TTRT \geq \frac{\tau_{\max}}{1 - \sum_{h=1}^{N_s} r_h / C}$$

- ii) 加えて次式のうちの少なくとも1つ、

【数7】

及び

【数8】  $\frac{r_i \cdot TTRT}{C}$

$$H_i = \frac{(N_A + \alpha) \cdot r_i / C}{N_A + 1 - \sum_{h=1}^{N_s} r_h / C} \cdot TTRT$$

ここで、

- $H_i$  は、 $i$  番目の同期フローに関連した待ち行列についての前記それぞれの同期容量値 ( $H_i$ ) であり、
- 総和は、 $N_S$  に等しい全同期フローに亘ってとられ、
- $N_A$  は、前記非同期フローの数であり、
- $\tau_{\max}$  は、前記共用サービスリソースによる最長パケットのサービス期間であり、
- $TTRT$  は、前記目標回転時間値であり、
- $C$  は、前記共用サービスリソースのサービス容量であり、
- $r_i$  は、 $i$  番目の同期フローにより要求される最小サービス率であり、

【数9】

$$\sum_{h=1}^{N_s} r_h / C < 1$$

を満たし、

-  $\alpha$  は、

【数10】

$$\sum_{h=1}^{N_s} r_h / C \leq 1 - \alpha$$

を与えるパラメータである、

を満足することを保証することにより、 $i$  番目の同期フローに関連した待ち行列に対して前記それぞれの同期容量値 ( $H_i$ ) を定めるように構成されていることを特徴とする請求項16に記載のシステム。

【請求項21】

二重アクセスの大サイクル中に待ち行列がアクセスされたとき、前記別の値( $\Delta_i$ )が前記それぞれの同期容量値( $H_i$ )だけインクリメントされることを特徴とする請求項16に記載のシステム。

【請求項22】

前記別の値( $\Delta_i$ )が、サービスされる各パケットの伝送時間だけデクリメントされることを特徴とする請求項16又は21に記載のシステム。

【請求項23】

前記二重アクセスの大サイクル中、同期フロー( $i$ )に関連した各待ち行列のサービスが、以下の条件、すなわち

- 待ち行列が空であること、
- 前記別の値( $\Delta_i$ )により表される利用可能な時間が、待ち行列の最前部のパケットにサービスを行うのに十分でないこと、

のうちの1つが生じたときに終了するように構成されることを特徴とする請求項16、21又は22に記載のシステム。

【請求項24】

それぞれの待ち行列が空のとき、前記別の値( $\Delta_i$ )がリセットされることを特徴とする請求項23に記載のシステム。

【請求項25】

前記二重アクセスの小サイクル中に与えられたサービスの存在下、前記別の値( $\Delta_i$ )がサービス時間量だけデクリメントされることを特徴とする請求項16又は21～24のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項26】

前記同期フロー( $i$ )に関連した総ての待ち行列についての前記二重アクセス中、前記小サイクルが、以下の条件、すなわち

- 同期フロー( $i$ )に関連した最後の待ち行列がアクセスされたこと、
- 前記同期フロー( $i$ )に関連した総ての待ち行列の容量( $H_i$ )の合計以上の期間が、前記二重アクセスの前記大サイクルの開始から経過したこと、

のうちの1つが満たされたときに終了することを特徴とする請求項16又は21～25のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項27】

前記別の値( $\Delta_i$ )がゼロに初期化されることを特徴とする請求項16又は21～26のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項28】

もし前記差が負ならば、非同期フロー( $j$ )に関連した各前記待ち行列はサービスを受けず、前記差の値が前記遅延( $L_j$ )と累積されることを特徴とする請求項16又は21～27のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項29】

非同期フロー( $j$ )に関連した待ち行列のサービスは、以下の条件、すなわち

- 待ち行列が空である、
- 利用可能な時間が、待ち行列の最前部にあるパケットを伝送するのに十分でない、

のうちの1つが満たされたときに終了することを特徴とする請求項16～28のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項30】

当該フローが始動させられたとき、前記それぞれの第1値( $L_j$ )と前記それぞれの第2値( $last\_visit\_time$ )が、それぞれゼロ及び現在のサイクルの開始の瞬間に初期化されることを特徴とする請求項16～29のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項31】

少なくとも1つのコンピュータのメモリにロードできると共に、請求項1～15のい

れか一項に記載の手順の各工程を実行するためのソフトウェアコード部分を含んだコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パケット通信システムに関し、特に、共用リソースのスケジューリング基準、すなわち発生時間ごとにリソースを割り付けるべきパケットを選択するのに使用される基準に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明において与えられる解決策は、無線リソーススケジューリング（例えば、MACすなわち媒体アクセス制御レベルスケジューリング）と、ネットワークノードにおける計算及び伝送用リソースのスケジューリング、例えば、インターネットプロトコルルータ（IP）上での異なるサービス品質を有するフロースケジューリングの両方のために開発された。以下の説明は、後者の用途例に基づいてはいるが、単に例として与えられたものであり、本発明の範囲を制限するものではない。

【0003】

序文

ここ数年の間での、パケットネットワークの広範囲な適用と急速な発展により、旧世代のパケットネットワークにより提供される従来のサービス（電子メール、ネットサーフィンなど）と、回線交換ネットワークのために事前に用意された新しいサービス（リアルタイムビデオ、電話技術など）とをいわゆる統合サービスネットワークに統合するという問題が生じた。

【0004】

例えば固定したパケットネットワークコンポーネント（コアネットワーク）が想定されるUMTSのようなシステムは、同時に音声とデータのサービスを取り扱い、リアルタイムであろうとなかろうと新しいサービスのサポートを提供しなければならない。

【0005】

よって、この統合サービスネットワークは、様々な特性のトラヒックフローを取り扱うことができ、かつ、適切なサービスの品質を、すなわち、合意した期間内は保証されなければならないユーザーとサービス提供者の間で取り決められた1組の性能指数を、各種のフローに提供できなければならない。

【0006】

要求されるサービスの品質を提供する上で重要な要素の一つは、ネットワークノード上にて実現されるスケジューリングシステム、すなわち、伝送すべきパケットをノード上に存在するものから選択するのに用いるシステムである。よって、明らかに、このシステムは、様々な種類のサービスを提供する能力に関する柔軟性、単純性、すなわち、高い伝送速度と多くの伝送フローの取り扱いが要求される環境における使用を可能にする特性、共用リソース（例えば伝送手段）の使用における効率性などのような対照的な特性を具体化しなければならない。

【0007】

例えば文献US-A-6 091 709、US-A-6 147 970又はEP-A-1 035 751から分かるように、パケットネットワークにおけるサービスの品質（すなわちQOS）の所与のレベルを保証するニーズは、絶えず強まっている。

【0008】

実際、本発明は、産業上の発明の特許出願T O 2 0 0 0 A 0 0 1 0 0 0及び対応する出願P C T / I T 0 1 / 0 0 5 3 6に記載された解決策の発展したものである。

【0009】

基本的に、以前の解決策は、複数の情報パケットフロー間で共用されるサービスリソー



スのスケジューリングに適用される、その際、これらの情報パケットフローが、それぞれの関連の待ち行列を発生させ、サーバーが伝送の許可を与えたときにサービスを受ける。

【0010】

当該フローは、最小サービス率の保証を要求する同期フローと、同期フローにより使用されずに残っているリソースのサービス容量を用いる非同期フローとに分割される。当該解決策は、以下の事項を含む：

- 連続サイクルにて当該フローに関連した待ち行列にアクセスするサーバーを提供し、各待ち行列に対し、サーバーが待ち行列のアクセスサイクルを完了するのに要する時間を特定するTTRTと称する目標トークン回転時間（又は「循環（revolution）」）を認め、
- 各同期フローを、伝送許可がサーバーにより取り消される前に同期フローがサービスを受けることができる最大時間を示す同期容量値と関連付け、
- 各非同期フローを、サービスを受ける権利をそれぞれの待ち行列が有するように実施されなければならない遅延を示す第1遅れ（i）値と、前のサイクルにおいてサーバーがそれぞれの待ち行列にアクセスした瞬間を示す別の値（LAST\_TOKEN\_TIME）とを加えたもの（これはサーバーの前のアクセスからの経過時間を決める）に関連付け、
- 上記同期容量値に等しい最大期間の間、同期フローに関連した各待ち行列にサービスを行い、そして
- 予想される瞬間に先行してサーバーのアクセスが行われた場合にのみ、非同期フローに関連した各待ち行列にサービスを行う。この先行は、前記TTRT時間とサーバーの前のアクセスからの経過時間及び累積遅延との差から得られる。

【0011】

この差が正ならば、この差が、非同期フローに関連した各待ち行列に対する最大サービス時間を定める。

【0012】

上述した解決策は、運転上の観点から完全に満足のいくものであると分かった。しかしながら、「出願人」により得られたこの経験は、さらにこの解決策を発展させ、本願発明において説明するように改善することができることを示している。

【0013】

特に、このことは、以下の面に当てはまる。

- 計算コストを低く保ちつつ異なる種類のサービスを提供する可能性。これは、Intserv（IETF規格による統合サービス）若しくはDiffServ（IETF規格による差別化統合サービス）を有するIPネットワークのような、ユーザーにサービスの品質を保証しなければならないコンピュータネットワーク用途の場合、又はMACレベルスケジューリングアルゴリズムなどのような無線リソーススケジューリングシステム（W-LANシステム、第3世代無線モバイルサービス）の場合には重要な特徴である。
- 同期トラヒックのために、種々のフローのビットレート、最大待ち遅延及び各フローのバッファの最大占有を保証する可能性。
- 特にサービス統合ネットワークにおいて、レートの保証され（同期フローに適する）、公平な待ちの（非同期フローに適する）、2つの種類のサービスを同時に提供する能力に関する柔軟性。
- 伝送フローを分離する可能性。すなわち、これは、単一のフローに提供されるサービスを、他のフローの存在及び挙動から独立させる。
- 伝送されるべきパケットを選択するのに必要な操作の数の観点において計算が複雑でないこと。この特徴により、ハードウェアでの可能な実現性をも考慮すると、高い伝送速度と多くの伝送フローの取り扱いが要求される環境において使用できる。
- 複雑な手順を用いることなくそのリソースを再分配することによって動作パラメータ（例えば、存在するフローの数）の変化を取り扱うことができるという意味における適応性。



れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明で与えられるスケジューリングシステムは、1つの伝送チャンネルを複数の伝送フローに多重化することができる。

【0025】

本システムは、2つの異なる種類のサービス、すなわち、最小サービス率の保証を要求する伝送フローに適したレート保証されたサービス（以下、 $i$ 同期フロー、ここで  $i = 1, 2, \dots, N_S$ ）と、サービス率の保証は要求しない伝送フローに適したベストエフォート（best-effort）サービス（以下  $j$ 非同期フロー、ここで  $j = 1, 2, \dots, N_A$ ）とを提供する。しかし、本システムは、同期フローにより使用されない伝送容量の平等な共用にて後者を提供する。

【0026】

$N_S$  と  $N_A$  は負でない整数であり、各同期フロー  $i = 1 \dots N_S$  は  $r_i$  に等しいサービス率を要求し、同期フローにより要求されるサービス率の合計がチャンネル容量  $C$  を越えないこと

【数1】

$$C \left( \sum_{i=1}^{N_S} r_i \leq C \right)$$

が仮定される。

【0027】

当該ノード上の各伝送フロー入力からのトラヒックは、それ自身の待ち行列（後に説明する同期又は非同期待ち行列）に挿入され、そこから取り出されて伝送される。サーバー 10 は、固定した周期的な順序にて（図面中にて軌道  $T$  と矢印  $A$  で理想的に示されている）待ち行列にアクセスし、各アクセス時での正確なタイミング制約に従って設定されるサービス待ち時間を各待ち行列に認可する。

【0028】

本発明において参照される手順は、初期化段階とその後の待ち行列への周期的なアクセスとを含む。これらの手順は後に説明する。

【0029】

初期化

まず、動作条件に関する情報、すなわち、いくつの同期フローが存在するのか（一般には  $N_S$ ）、どれだけの伝送速度が各同期フローにより要求されるか、いくつの非同期フローが存在するか、目標回転時間（TTRT）、すなわちサーバーがすべての待ち行列を1回アクセスする完全な1サイクルはどのくらいの長さ存続するか、をシステムに与える必要がある。

【0030】

同期フロー

各同期フロー  $i$ 、 $i = 1 \dots N_S$  は、適当な割当方針に従って、サーバーが伝送許可を取り除く前に同期フローのトラヒックが伝送され得る最大時間を示す変数  $H_i$ （同期容量）に関連付けられる。可能な割当方針は後に説明する。変数  $\Delta_i$ （初めはゼロ）が、各同期フローに関連付けられ、当該フローに利用可能な伝送時間量を記憶する。

【0031】

非同期フロー

各非同期フロー  $j$ 、 $j = 1 \dots N_A$  は、2つの変数  $L_j$  及び  $last\_visit\_time_j$  に関連する。第1の変数は、非同期待ち行列がサービスを受ける権利を有するために実施されなければならない遅延又は遅れを記憶する。第2の変数は、前のサイクルにおいてサーバーが非同期待ち行列  $j$  にアクセスした瞬間を記憶する。これらの変数はそれぞれ、ゼロに、及びフローが始動させられたとき進行中の回転（revolution）の瞬間に初期化される。

【0032】

この手順の方法は、必ずしもシステムの立ち上げ時でなくてもいつでも非同期フローを始動できることを意味している。

【0033】

大サイクル中での一般同期待ち行列  $i$  ( $i = 1, \dots, N_S$ ) へのアクセス

同期待ち行列は、変数  $\Delta_i$  の最大値に等しい期間の間サービスを受けることができる。この変数は、待ち行列が大サイクル中にアクセスされるとき  $H_i$  (初期化中に決められる値) だけインクリメントされ、伝送される各パケットの伝送時間だけデクリメントされる。

【0034】

大サイクル中の待ち行列のサービスは、待ち行列が空のとき (この場合には変数  $\Delta_i$  はリセットされる)、又は利用可能な時間 ( $\Delta_i$  の現在の値により表される) が待ち行列の最前部にあるパケットを伝送するのに十分でないとき、終了する。

【0035】

小サイクル中での一般同期待ち行列  $i$  ( $i = 1, \dots, N_S$ ) へのアクセス

小 (又は回復) サイクル中、同期待ち行列は、変数  $\Delta_i$  が厳密に正の値を有するという条件で1つのパケットのみを伝送することができる。もし伝送が行われるならば、変数  $\Delta_i$  は当該伝送時間だけデクリメントされる。

【0036】

一般非同期待ち行列  $j$  ( $j = 1, \dots, N_A$ ) へのアクセス

非同期待ち行列は、予想される瞬間より前にサーバーのアクセスが行われた場合にのみ、サービスを受けることができる。サーバーのアクセスが先行しているか否かを計算するために、前のアクセスからの経過時間と累積遅延  $L_j$  を目標回転時間  $TTRT$  から差し引く。

【0037】

もしこの差が正ならば、これが、非同期待ち行列  $j$  がサービスを受ける権利を有する期間であり、この場合、変数  $L_j$  はリセットされる。

【0038】

もしこの差が負ならば、サーバーが遅れており、待ち行列  $j$  はサービスを受けることができず、この場合、その遅延が変数  $L_j$  に記憶される。非同期待ち行列サービスは、待ち行列が空のとき、又は利用可能な時間 (これはパケットが伝送される度にデクリメントされる) が、待ち行列の最前部にあるパケットを伝送するには十分でないとき、終了する。

【0039】

1 回転中のアクセスシーケンス

1 回転中にすべての同期待ち行列に二重アクセスが実施され (大及び小サイクル)、次に非同期待ち行列にアクセスされる。小サイクルは、次の事象の一つが発生したときに終了する:

- 最後の同期待ち行列にアクセスされたこと、
- 大サイクルの開始から総ての同期待ち行列の容量の合計以上の期間が経過したこと。

【0040】

分析的保証

同期容量は、常に検証されなければならない次の不等式により、目標回転時間  $TTRT$ 、及び最長パケットの伝送期間  $\tau_{max}$  に結合される。

【数2】

$$\sum_{i=1}^{N_S} H_i + \tau_{max} \leq TTRT \quad (1)$$

【0041】

同期フローの最小伝送速度

仮定 (1) において、ここに記載のシステムは、以下の標準化された伝送速度が各同期フローに対して保証されることを保証する。

【数3】

$$\gamma_i = \frac{N_A + 1}{N_A + \sum_{h=1}^{N_A} X_h + \alpha} \cdot X_i$$

【数4】

$$\gamma_i \cdot (t_2 - t_1) - W_i(t_1, t_2) \leq \Delta_i < \infty \quad (2)$$

【数5】

$$\Delta_i = \begin{cases} H_i \cdot (2 - \gamma_i) + (1 + \gamma_i) \cdot \tau_i & \text{se } H_i \geq \tau_i \\ \tau_i + 2 \cdot H_i & \text{se } H_i < \tau_i \end{cases}$$

であり、 $\tau_i$  は、フロー  $i$  の最長パケットの伝送時間である。

【0042】

上記式 (2) は、ここに記載の種類の  $i$  同期フローシステムにより供給されるサービスが、本発明で示したシステムにより管理されるチャンネルの容量の  $\gamma_i$  倍に等しい容量を有するプライベート伝送チャンネルの唯一のオーナーであったならば、同じフローが経験するであろうようなサービスとは  $\Delta_i$  より大きく相違することを明らかにする。よって、 $\Delta_i$  は、理想的な状況に対する最大サービス差を表す。

【0043】

よって、同期フローは、次の通り計算されるレイテンシー (latency) と称されるパラメータを特徴とし得る。

【数6】

$$\Theta_i = \begin{cases} \left( 2 + \frac{\tau_i}{H_i} \right) \frac{N_A TTRT + \tau_{\max} + \sum_{h=1}^{N_A} H_h}{N_A + 1} + \tau_i - H_i, & \text{se } H_i \geq \tau_i \\ \left( 2 + \frac{\tau_i}{H_i} \right) \frac{N_A TTRT + \tau_{\max} + \sum_{h=1}^{N_A} H_h}{N_A + 1}, & \text{se } H_i < \tau_i \end{cases}$$

【数7】

$$\Theta_i^* = \begin{cases} \left( 2 + \frac{\tau_i}{H_i} \right) TTRT + \tau_i - H_i, & \text{se } H_i \geq \tau_i \\ \left( 2 + \frac{\tau_i}{H_i} \right) TTRT, & \text{se } H_i < \tau_i \end{cases}$$

【0044】

ここに記載の解決策を実施する切換ノードが与えられたなら、当該ノード上での同期フロー上のトラフィック入力が、パラメータ ( $\sigma$ ,  $\rho$ ) のいわゆる「漏れバケツ (leaky bucket)」により制限される場合に、以下の保証を与えることができる。

a) 同期フローの単一ノード上での最大遅延

各パケットは、

【数8】

$$D = \sigma / \rho + \Theta_i \quad |$$

【数9】

$$B = \sigma + \rho \Theta_i \quad |$$

【数10】

$$\Theta_i^j \quad |$$

【数11】

$$\bar{\Theta}_i = \sum_{j=1}^N \Theta_i^j$$

とする。

【0045】

この場合、第1ノード上のトラヒック入力パラメータ ( $\sigma, \rho$ ) の漏れバケツにより制限されると仮定すると、Nノードと交差するパケツの最大遅延に対する上限を定めることができ、この制限は、

【数12】

$$D_N = \sigma / \rho + \bar{\Theta}_i \quad |$$

【数13】

$$\Theta_i^* \geq \Theta_i$$

なる値を、3つの保証 a)、b)、c) の各々において用いることができ、このことは、アクティブな非同期フローの数に依存しない制限を計算することができることを意味する。

【0046】

パラメータ選択

同期フローが要求されるもの以上の最小サービス率を受けることを保証する能力は、同期容量  $H_i, i = 1, \dots, N_S$  の正しい選択に付随している。各同期フロー  $i$  が最小伝送速度  $r_i$  を要すると仮定すると、次の不等式を満たすべく同期容量を割り当てる必要がある。

【数14】

$$r_i \geq r_i / C \quad (3) \quad |$$

ここに記載の解決策は、それぞれローカル割付及びグローバル割付と称される2つの異なるスキームに従って同期容量を割り当てる。

【0047】

ローカル割当

同期容量は次のように選択される。

【数15】

$$H_i = \frac{r_i \cdot TTRT}{C}$$

【0048】

この様にして、もし要求される伝送速度が次の不等式を満たすならば、不等式(1)が満たされる。

【数16】

$$\sum_{h=1}^{N_s} r_h / C \leq 1 - \alpha \quad (4)$$

【0049】

各同期フローは、次式に等しい標準化されたサービス率が保証される。

【数17】

$$r_i = \frac{[N_A + 1] \cdot r_i / C}{N_A + \sum_{h=1}^{N_s} r_h / C + \alpha} \quad (5)$$

【0050】

式(5)により与えられた $r_i$ の値は、不等式(3)を満たす。

【0051】

グローバル割当

$N_A > 0$ を要求するこのスキームに従って、同期容量が次のようにして選択される。

【数18】

$$H_i = \frac{(N_A + \alpha) \cdot r_i / C}{N_A + 1 - \sum_{h=1}^{N_s} r_h / C} \cdot TTRT$$

【0052】

グローバル割当スキームでは、要求される伝送速度の合計はまた、不等式(4)より小さいままでなければならない。もし(4)が満たされたなら、同期したフローの標準化サービス率は、 $r_i = r_i / C$ となる。

【0053】

グローバルスキームは、より少ない容量を同期フローに割り当て、非同期フロー伝送に対してより広いバンド幅を残すという点において、チャンネルの伝送容量の使用がローカルスキームよりも多いことを保証する。

【0054】

一方、グローバルスキームの使用は、システム内に存在するフロー(同期又は非同期)の数が変わる度に、すべての同期容量が再計算されることを意味するが、しかし、ローカルスキームの使用は、システム内のフローの数とは独立に当該容量を設定し得ることを意味する。

【0055】

TTRTの選択

本発明による解決策におけるTTRTの選択を示すために、以下のスキームを提示できる。

【0056】

次の不等式

【数19】

$$\sum_{h=1}^{N_s} r_h / C < 1$$

【数20】

$$TTRT \geq \frac{\tau_{\max}}{1 - \sum_{h=1}^{N_s} r_h / C}$$

【0057】

以下に示す疑似コードは、本発明において与えられたシステムの挙動を分析的に記述する。

【0058】

フロー初期化

【表1】

```

Sync_Flow_Init (synchronous flow i)
(
  Δi=0;
  Select_synchronous_bandwidth Hi;
)
Async_Flow_Init (asynchronous flow j)
(
  Lj = 0 ;
  last_visit_timej = start_of_curr_revolution;
)

```

【0059】

大サイクル中における一般同期待ち行列 i ( i = 1 . . . N<sub>S</sub> ) へのアクセス

【表2】

```

Major_Cycle_Visit (synchronous flow i)
(
  Δi += Hi;
  q=first_packet_transmission_time;
  while ((Δi>=q) and (q > 0))
  (
    transmit_packet (q);
    Δi -= q;
    elapsed_time += q;
  )
  if (q=0) Δi=0;
)

```

【0060】

小サイクル中における一般同期待ち行列 i ( i = 1 . . . N<sub>S</sub> ) へのアクセス

【表3】

```

Minor_Cycle_Visit (synchronous flow i)
(
  q=first_packet_transmission_time;
  if (q > 0)
  (
    transmit_packet (q);
    Δi -= q;
    elapsed_time += q;
  )
  if (q=0) Δi=0;
)

```

【0061】

一般非同期待ち行列 j ( j = 1 . . . N<sub>A</sub> ) へのアクセス



【表4】

```

Async_Flow_Visit (asynchronous flow j)
{
  t = current_time;
  earliness = TTRT-Lj - (t-last_visit_timej);
  if ( earliness > 0 )
  {
    Lj = 0;
    transmit_time = earliness;
    q=first_packet_transmission_time;
    while ((transmit_time>=q) and (q > 0))
    {
      transmit_packet (q);
      transmit_time -= q;
    }
  }
  else Lj = - earliness;
  last_visit_timej = t;
}

```

【0062】

## 1回転中のアクセスシーケンス

【表5】

```

PTSD revolution ()
{
  elapsed_time=0;
  for (i=1 to Ng) Major_Cycle_Visit (i);
  i = 1;
  while((elapsed_time<sum(Hg)) and (i<=Ng))
  {
    if (Δi>0) Minor_Cycle_Visit (i);
    i ++;
  }
  for (j=1 to Nh) Async_Flow_Visit (j);
}

```

【0063】

しかしながら、明らかに、いかにしてこのことを行うかの詳細は、本発明の範囲を逸脱することなく、これまで説明してきたことに関して変更し得る。

【図面の簡単な説明】

【0064】

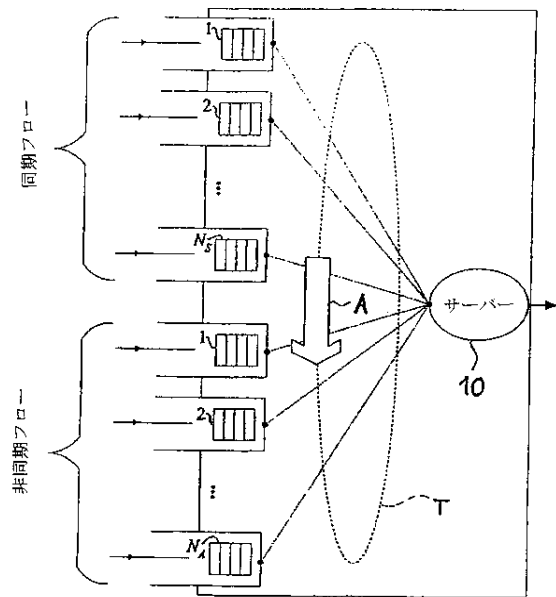
【図1】本発明に従って作動するシステムの動作基準を説明するブロック図である。

【符号の説明】

【0065】

10 サーバー

【図1】



- (72)発明者 エンゾ・スカッローネ  
イタリア国 アイ-10148 トリノ ヴィア レイス ロモリ 274、テレコム・イタリア  
・エッセ・ピー・アー内
- (72)発明者 ジョヴァンニ・ステア  
イタリア国 アイ-10148 トリノ ヴィア レイス ロモリ 274、テレコム・イタリア  
・エッセ・ピー・アー内

審査官 岩田 玲彦

- (56)参考文献 Ching-Chih Han, Shin, K.G. , A polynomial-time optimal synchronous bandwidth allocation scheme for the timed-token MAC protocol, INFOCOM '95. Fourteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Bringing Information to People . Proceedings. IEEE , 1995年 4月 2日, pp.875-822
- Genter, W.L., Vastola, K.S. , Delay analysis of the FDDI synchronous data class, INFOCOM '90. Ninth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communication Societies . 'The Multiple Facets of Integration'. Proceedings., IEEE, 1990年 6月 3日, pp .766-773

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/56

H04Q 7/36