

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3717064号  
(P3717064)

(45) 発行日 平成17年11月16日(2005.11.16)

(24) 登録日 平成17年9月9日(2005.9.9)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H04L 12/56

F I

H04L 12/56 100C

請求項の数 19 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-140544 (P2002-140544)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成14年5月15日(2002.5.15)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2003-333078 (P2003-333078A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成15年11月21日(2003.11.21)	(74) 代理人	100078237
審査請求日	平成16年8月4日(2004.8.4)		弁理士 井出 直孝
		(74) 代理人	100083518
			弁理士 下平 俊直
		(72) 発明者	山中 直明
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	大木 英司
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		審査官	吉田 隆之
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトニックノードおよびフォトニックネットワークおよびルート選択方法ならびにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

光信号を交換接続するフォトニックネットワークに適用され、光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R (Reshaping, Retiming, Regenerating) 中継器を1以上備えるかもしくは備えず、前記3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードにおいて、

自ノードとディスティネーションノード間の通過ノード数が最小となるショーテストパスを求める手段と、 10

前記ショーテストパスの3 R 中継コストを算出する手段と  
を備え、

前記パスを設定する手段は、前記ショーテストパスが一つ的时候はそれをパスとして設定し、ショーテストパスが複数存在するときには前記ショーテストパスの3 R 中継コストが最小となるショーテストパスを選択して設定する手段を備えた

ことを特徴とするフォトニックノード。

## 【請求項2】

前記ショーテストパスの3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードにおける未使用の前記3 R 中継器の数の逆数を計算する手段を備えた請求項1記 20

載のフォトニックノード。

【請求項 3】

前記ショーテストパスの 3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードに含まれる全ての前記 3 R 中継器の数を未使用の前記 3 R 中継器の数から 1 を減じた値により除した値を当該 3 R 中継コストとして計算する手段を備えた請求項 1 記載のフォトニックノード。

【請求項 4】

前記選択する手段は、

前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えない他ノードのコストを  $x$  とし、前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えた他ノードの 3 R 中継コストを含むコストを  $y$  とし、当該コスト  $y$  の重み付け係数を  $w$  とし、ショーテストパス全体のコストを  $Cost$  とするときに、

$$Cost = x + wy$$

として計算する手段と、

当該計算する手段の計算結果が最小となるパスを選択する手段とを備えた請求項 1 記載のフォトニックノード。

【請求項 5】

光信号を交換接続するフォトニックネットワークに適用され、

光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードにおいて、

前記パスを設定する手段は、前記検索されたパスが複数ある場合に、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、有する 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検索し、前記 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定する手段を備えたことを特徴とするフォトニックノード。

【請求項 6】

光信号を交換接続するフォトニックネットワークに適用され、光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードにおいて、

前記パスを設定する手段は、前記検索されたパスが複数ある場合は、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検索し、前記未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定する

ことを特徴とするフォトニックノード。

【請求項 7】

光信号を交換接続するフォトニックネットワークに適用され、光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードにおいて、

前記パスを設定する手段は、前記検索されたパスが複数ある場合は、前記検索されたパスの各々について、パス上に含まれる全てのノードが有する未使用の 3 R 中継器の合計から 1 を引いた値をパス上に含まれる全てのノードが有する 3 R 中継器の合計で割った値を計算し、前記割った値が最大となるパスを設定する

ことを特徴とするフォトニックノード。

10

20

30

40

50

## 【請求項 8】

光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードを備えたフォトニックネットワークに適用されるルート選択方法において、

自ノードとディスティネーションノード間の通過ノード数が最小となるショーテストパスを求め、前記ショーテストパスの 3 R 中継コストを算出し、前記パスを設定する際には、前記ショーテストパスが一つのときはそれをパスとして設定し、ショーテストパスが複数存在するときには前記ショーテストパスの 3 R 中継コストが最小となるショーテストパスを選択して設定する

10

ことを特徴とするルート選択方法。

## 【請求項 9】

前記ショーテストパスの 3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードにおける未使用の前記 3 R 中継器の数の逆数を計算する請求項 8 記載のルート選択方法。

## 【請求項 10】

前記ショーテストパスの 3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードに含まれる全ての前記 3 R 中継器の数を未使用の前記 3 R 中継器の数から 1 を減じた値により除した値を当該 3 R 中継コストとして計算する請求項 8 記載のルート選択方法。

20

## 【請求項 11】

前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えない他ノードのコストを  $x$  とし、前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えた他ノードの 3 R 中継コストを含むコストを  $y$  とし、当該コスト  $y$  の重み付け係数を  $w$  とし、ショーテストパス全体のコストを  $Cost$  とするときに、

$$Cost = x + wy$$

として計算し、当該計算結果が最小となるショーテストパスを選択する請求項 8 記載のルート選択方法。

30

## 【請求項 12】

光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードを備えたフォトニックネットワークに適用されるルート選択方法において、

前記パスを設定する際に、前記検索されたパスが複数ある場合に、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、有する 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検索し、前記 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定する

40

ことを特徴とするルート選択方法。

## 【請求項 13】

光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードを備えたフォトニックネットワークに適用されるルート選択方法において、

前記パスを設定する際に、前記検索されたパスが複数ある場合は、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検

50

索し、前記未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定することを特徴とするルート選択方法。

【請求項 14】

光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、

3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードを備えたフォトニックネットワークに適用されるルート選択方法において、

前記パスを設定する際に、前記検索されたパスが複数ある場合は、前記検索されたパスの各々について、パス上に含まれる全てのノードが有する未使用の 3 R 中継器の合計から 1 を引いた値をパス上に含まれる全てのノードが有する 3 R 中継器の合計で割った値を計算し、前記割った値が最大となるパスを設定する

ことを特徴とするルート選択方法。

【請求項 15】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のフォトニックノードを備えたことを特徴とするフォトニックネットワーク。

【請求項 16】

情報処理装置にインストールすることにより、その情報処理装置に、

光信号を交換接続するフォトニックネットワークに適用され、光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードを制御する機能を実現させるプログラムであって、

自ノードとディスティネーションノード間の通過ノード数が最小となるショーテストパスを求める機能と、

前記ショーテストパスの 3 R 中継コストを算出する機能と

を実現させ、

前記パスを設定する機能として、前記ショーテストパスが一つのときはそれをパスとして設定し、ショーテストパスが複数存在するときには前記ショーテストパスの 3 R 中継コストが最小となるショーテストパスを選択して設定する機能を実現させる

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 17】

前記ショーテストパスの 3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードにおける未使用の前記 3 R 中継器の数の逆数を計算する機能を実現する請求項 16 記載のプログラム。

【請求項 18】

前記ショーテストパスの 3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードに含まれる全ての前記 3 R 中継器の数を未使用の前記 3 R 中継器の数から 1 を減じた値により除した値を当該 3 R 中継コストとして計算する機能を実現する請求項 16 記載のプログラム。

【請求項 19】

前記選択する機能は、

前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えない他ノードのコストを  $x$  とし、前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えた他ノードの 3 R 中継コストを含むコストを  $y$  とし、当該コスト  $y$  の重み付け係数を  $w$  とし、ショーテストパス全体のコストを  $Cost$  とするとき、

$$Cost = x + wy$$

として計算する機能と、

10

20

30

40

50

当該計算する機能の計算結果が最小となるパスを選択する機能と  
を実現する請求項 16 記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光信号を交換接続するフォトニックネットワークに利用する。特に、3 R (Reshaping, Retiming, Regenerating) 中継を行うフォトニックノードを含むフォトニックネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】

フォトニックネットワークでは、ファイバの損失やロス、クロストークを考慮して光伝送路の途中で3 R 処理を施す必要がある。従来のフォトニックネットワーク構成を図5に示す。3 R 処理を施すためには光伝送路途中のノードに3 R 中継器を挿入する。3 R 処理を行わなくてもある程度の距離までは伝送可能であるが、その距離を決定するためには複雑な計算を必要とするため、図5に示すように、1～2段毎に3 R 中継器を挿入し、如何なるルートにパスが設定されても光信号の劣化を補うことができるようにする。

【0003】

あるいは、フォトニックネットワークの特定ルートに3 R 中継器を挿入しておき、これを多数のパスが共通のルートとしてパス設定を行い、3 R 中継器を共用するという利用形態もある。ただし、この利用形態では、3 R 処理が必要なデータ転送の場合に経由するルートが限定される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

3 R 中継器は高価でありこの3 R 中継器をできるだけ使用しないとフォトニックネットワークはきわめて経済的に実現できる。しかし、従来のパス設定では、3 R 中継器の利用状況をノードが把握してパス設定を行うといった配慮は無く、各ノードは、あらかじめ定められた3 R 中継器の配置箇所を把握しているだけであり、少数の3 R 中継器を多数のパスが共用することになると、一部の3 R 中継器に多数の負荷が集中するといった不都合が生じる可能性がある。また、少数の3 R 中継器を多数のパスが共用すると3 R 中継器の挿入箇所をパスが必ず経由することが必要になり、パス設定のフレキシビリティが低下する。

【0005】

例えば、3 R 負荷が集中している特定のルートに対する新規パスの追加要求があっても、他のルートが空いているにも係わらず、そのルートにパスが設定できない事態が発生する。

【0006】

本発明は、このような背景に行われたものであって、少数の3 R 中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図りながらフォトニックネットワークを構成してもフレキシビリティの高いフォトニックネットワークを実現でき、新規パスの追加に柔軟に対応することができるフォトニックノードおよびフォトニックネットワークおよびルート選択方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、パス設定の際に、3 R 中継コストを考慮してパス設定を行うことにより、3 R 処理負荷が低いルートにパス設定を行うことができることを特徴とする。これにより、少数の3 R 中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図りながらフォトニックネットワークを構成した場合でも3 R 処理負荷が特定の箇所に集中してしまう事態を回避することができる。したがって、フレキシビリティの高いフォトニックネットワークを実現でき、空きルートを有効に利用して新規パスの追加に柔軟に対応することができる。

【0008】

10

20

30

40

50

すなわち、本発明の第一の観点は、光信号を交換接続するフォトニックネットワークに適用され、光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、3 R 中継器を1以上備えるかもしくは備えず、前記3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトニックノードである。

#### 【0009】

ここで、本発明の特徴とするところは、自ノードとディスティネーションノード間の通過ノード数が最小となるショーテストパスを求める手段と、前記ショーテストパスの3 R 中継コストを算出する手段とを備え、前記パスを設定する手段は、前記ショーテストパス

10

#### 【0010】

これにより、複数のパスの選択を3 R 中継コストも含めて検討し、最も3 R 中継コストが低いパスを選択することができる。ここで、3 R 中継コストが低いパスとは、すなわち、3 R 処理負荷が低いパスである。

#### 【0011】

前記ショーテストパスの3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードにおける未使用の前記3 R 中継器の数の逆数を計算する手段を備えることができる。すなわち、未使用の3 R 中継器が多いか少ないかによって、3 R 処理負荷が高いか低

20

#### 【0012】

あるいは、前記ショーテストパスの3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードに含まれる全ての前記3 R 中継器の数を未使用の前記3 R 中継器の数から1を減じた値により除した値を当該3 R 中継コストとして計算する手段を備えることができる。

#### 【0013】

すなわち、ノード内の3 R 中継器の使用率が高いか低いかによって、3 R 処理負荷が高いか低いかを表現することができる。ここで、自ノードに含まれる全ての3 R 中継器の数を未使用の3 R 中継器の数から1を減じた値により除する理由を説明すると、例えば、初めから100個の3 R 中継器を有するノードと、初めから1個の3 R 中継器しかないノードとがある場合に、もし、未使用の3 R 中継器の数から1を減じた値を用いないと、全3 R 中継器が未使用な場合に、前者の3 R 中継コストは $100 / 100 = 1$ となるが、後者の3 R 中継コストも $1 / 1 = 1$ となり、同じ3 R 中継コストとなってしまう、いずれも等しく選択対象となる。しかし、このような場合には、当然のことながら、3 R 中継器の数が100個のノードの方が選択されることが望ましい。このような不都合を解消するために未使用の3 R 中継器の数から1を減じた値を用いる。また、未使用の3 R 中継器の数が1個の場合には、演算式が $n / (1 - 1) = n / 0$  ( $n$ は全3 R 中継器数)となり、演算式として成立しないが、このような場合には、3 R 中継コストが無限大あるいはきわめて大きな値となることとして定義を行えばよい。また、未使用の3 R 中継器の数が0の場合には、演算式が $n / (0 - 1) = -n$ となり、3 R 中継コストがマイナスの値をとるが、このような場合にも3 R 中継コストが無限大あるいはきわめて大きな値となることとして定義を行えばよい。

30

40

#### 【0014】

また、前記選択する手段は、前記ショーテストパスに含まれる前記3 R 中継器を備えない他ノードのコストを $x$ とし、前記ショーテストパスに含まれる前記3 R 中継器を備えた他ノードの3 R 中継コストを含むコストを $y$ とし、当該コスト $y$ の重み付け係数を  $\alpha$  とし、ショーテストパス全体のコストを $Cost$ とするときに、 $Cost = x + \alpha y$ として計算する手段と、当該計算する手段の計算結果が最小となるショーテストパスを選択す

50

る手段とを備えることができる。このようにして、ショーテストパスのコストを 3 R コストを含めて総合的に評価することにより、最適なパスを選択することができる。

【0015】

あるいは、本発明の特徴とするところは、前記パスを設定する手段は、前記検索されたパスが複数ある場合に、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、有する 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検索し、前記 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定する手段を備えたところにある。

【0016】

あるいは、本発明の特徴とするところは、前記パスを設定する手段は、前記検索されたパスが複数ある場合は、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検索し、前記未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定するところにある。

10

【0017】

あるいは、本発明の特徴とするところは、前記パスを設定する手段は、前記検索されたパスが複数ある場合は、前記検索されたパスの各々について、パス上に含まれる全てのノードが有する未使用の 3 R 中継器の合計から 1 を引いた値をパス上に含まれる全てのノードが有する 3 R 中継器の合計で割った値を計算し、前記割った値が最大となるパスを設定するところにある。

【0018】

本発明の第二の観点は、本発明のフォトリックノードを備えたことを特徴とするフォトリックネットワークである。

20

【0019】

本発明の第三の観点は、光信号を交換接続する手段と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索する手段と、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する手段とを含み、3 R 中継器を 1 以上備えるかもしくは備えず、前記 3 R 中継器は使用または未使用の状態のどちらかが選択されているフォトリックノードを備えたフォトリックネットワークに適用されるルート選択方法である。

【0020】

ここで、本発明の特徴とするところは、自ノードとディスティネーションノード間の通過ノード数が最小となるショーテストパスを求め、前記ショーテストパスの 3 R 中継コストを算出し、前記パスを設定する際には、前記ショーテストパスが一つの場合はそれをショーテストパスとして設定し、ショーテストパスが複数存在するときには前記ショーテストパスの 3 R 中継コストが最小となるショーテストパスを選択して設定するところにある。

30

【0021】

前記ショーテストパスの 3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードにおける未使用の前記 3 R 中継器の数の逆数を計算することができる。

【0022】

あるいは、前記ショーテストパスの 3 R 中継コストとして前記ショーテストパス上に存在する全てのノードに含まれる全ての前記 3 R 中継器の数を未使用の前記 3 R 中継器の数から 1 を減じた値により除した値を当該 3 R 中継コストとして計算することもできる。

40

【0023】

また、前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えない他ノードのコストを  $x$  とし、前記ショーテストパスに含まれる前記 3 R 中継器を備えた他ノードの 3 R 中継コストを含むコストを  $y$  とし、当該コスト  $y$  の重み付け係数を  $w$  とし、ショーテストパス全体のコストを  $Cost$  とするとき、 $Cost = x + wy$  として計算し、当該計算結果が最小となるショーテストパスを選択することができる。

【0024】

あるいは、本発明の特徴とするところは、前記パスを設定する際に、前記検索されたパ

50

スが複数ある場合に、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、有する 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検索し、前記 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定するところにある。

#### 【 0 0 2 5 】

あるいは、本発明の特徴とするところは、前記パスを設定する際に、前記検索されたパスが複数ある場合は、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを検索し、前記未使用の 3 R 中継器の台数が最も大きいノードを含むパスを設定するところにある。

#### 【 0 0 2 6 】

あるいは、本発明の特徴とするところは、前記パスを設定する際に、前記検索されたパスが複数ある場合は、前記検索されたパスの各々について、パス上に含まれる全てのノードが有する未使用の 3 R 中継器の合計から 1 を引いた値をパス上に含まれる全てのノードが有する 3 R 中継器の合計で割った値を計算し、前記割った値が最大となるパスを設定するところにある。

#### 【 0 0 2 7 】

#### 【 発明の実施の形態 】

本発明実施例のフォトニックノードおよびフォトニックネットワークを図 1 ないし図 4 を参照して説明する。図 1 は本実施例のフォトニックネットワークの一例を示す図である。図 2 は本実施例のフォトニックノードのブロック構成図である。図 3 は本実施例の公告パケットの構成図である。図 4 は第三実施例を説明するためのフォトニックネットワーク

#### 【 0 0 2 8 】

##### ( 第一実施例 )

第一実施例では、3 R 中継コスト計算部 5 は、自ノードの 3 R 中継コストとして自ノードにおける未使用の 3 R 中継器 7 i ( i は 1 ~ n のいずれか ) の数の逆数を当該 3 R 中継コストとして計算する。すなわち、未使用の 3 R 中継器が多いか少ないかによって、3 R 処理負荷が高いか低いかを表現することができる。例えば、自ノードの未使用の 3 R 中継器 7 i の数が全 3 R 中継器 7 1 ~ 7 n と等しければ、3 R 中継コストは  $( 1 / n )$  となり小さな値となるので、3 R 中継能力に十分な余裕があることがわかる。また、自ノードの未使用の 3 R 中継器 7 i の数が “ 0 ” であれば  $( 1 / 0 )$  となって演算式が成立しないがこれを無限大あるいはきわめて大きな値として定義することにより、3 R 中継能力に全く余裕がないことを表現することができる。この場合の 3 R 中継コストの取り得る範囲は、例えば、 $0 < 3 R \text{ 中継コスト} < \infty$  である。

#### 【 0 0 2 9 】

##### ( 第二実施例 )

第二実施例では、3 R 中継コスト計算部 5 は、自ノードの 3 R 中継コストとして自ノードに含まれる全ての 3 R 中継器 7 1 ~ 7 n の数を未使用の 3 R 中継器 7 i の数から 1 を減じた値により除した値を当該 3 R 中継コストとして計算する。すなわち、ノード内の 3 R 中継器の使用率が高いか低いかによって、3 R 処理負荷が高いか低いかを表現することができる。例えば、自ノードの全 3 R 中継器 7 1 ~ 7 n の数が 1 0 0 個である場合に、自ノードの未使用の 3 R 中継器 7 i の数が全 3 R 中継器 7 1 ~ 7 n と等しければ、3 R 中継コストは  $( 1 0 0 / 9 9 )$  となり、また、自ノードの未使用の 3 R 中継器 7 i の数が “ 1 ” であれば  $( 1 0 0 / 0 )$  となって演算式が成立しないがこれを無限大あるいはきわめて大きな値として定義することにより、3 R 中継能力に全く余裕がないことがわかる。また、未使用の 3 R 中継器 7 i の数が “ 0 ” の場合には、演算式が  $1 0 0 / ( 0 - 1 ) = - 1 0 0$  となり、3 R 中継コストがマイナスの値をとるが、このような場合にも 3 R 中継コストが無限大あるいはきわめて大きな値となることとして定義を行えばよい。

#### 【 0 0 3 0 】

この場合の 3 R 中継コストの取り得る範囲は、例えば、 $1 < 3 R \text{ 中継コスト} < \infty$  である。なお、未使用の 3 R 中継器 7 i の数から 1 を減じる理由は前述したとおりである。



## 【 0 0 3 1 】

## ( 第三実施例 )

第三実施例では、パス設定部 3 は、ネットワークポロジに基づきショーテストパスに含まれる 3 R 中継器を備えない他ノードのコストを  $x$  とし、3 R 中継コスト集計部 4 の集計結果に基づきショーテストパスに含まれる 3 R 中継器を備えた他ノードの 3 R 中継コストを含むコストを  $y$  とし、当該コスト  $y$  の重み付け係数を  $\alpha$  とし、ショーテストパス全体のコストを  $Cost$  とするときに、 $Cost = x + \alpha y$  として計算し、当該計算結果が最小となるショーテストパスを選択する。

## 【 0 0 3 2 】

なお、重み付け係数  $\alpha$  は、3 R 中継器を備えない他ノードのコストに対する 3 R 中継器を備えた他ノードの 3 R 中継コストを含むコストの重み付けを行うための係数であり、例えば、二つのフォトニックネットワークがあり、その一方のフォトニックネットワーク全体の 3 R 中継器数が他方のフォトニックネットワーク全体の 3 R 中継器数よりも多い場合には、比較的 3 R 中継器数の多いフォトニックネットワークにおける係数  $\alpha$  の値は他方のフォトニックネットワークにおける係数  $\alpha$  の値よりも小さくてよい。

## 【 0 0 3 3 】

すなわち、図 4 に示すように、ショーテストパスとしてルート # 1 および # 2 があり、各ルート上の白丸が 3 R 中継器を備えない 3 R 無中継ノードであり、黒丸が 3 R 中継器を備えた 3 R 中継を行うノードである。ここでは、ルート # 1 の 3 R 無中継ノードのコストを 5 とし、3 R 中継を行うノードのコストを 7 および 9 とする。また、ルート # 2 の 3 R 無中継ノードのコストを 5 とし、3 R 中継を行うノードのコストを 7 とする。また、重み付け係数  $\alpha$  は 2 とする。

## 【 0 0 3 4 】

このときに、ルート # 1 の  $Cost$  は、 $Cost = 5 + 2(7 + 9) = 37$  である。ルート # 2 の  $Cost$  は、 $Cost = (5 + 5 + 5) + 2(7) = 29$  である。これにより、ルート # 2 の方がホップ数は多いがショーテストパス全体としての 3 R 中継コストも含めたコストが小さいことがわかるので、パス設定部 3 はルート # 2 を選択し、ルート # 2 上の各ノードに対してパス設定要求を送出する。

## 【 0 0 3 5 】

## ( 第四実施例 )

本実施例のフォトニックノードを制御する機能は、情報処理装置であるコンピュータ装置を用いて実現することができる。すなわち、コンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、光信号を交換接続するフォトニックネットワークに適用され、光信号を交換接続する光クロスコネクタ 1 と、自ノードがソースノードであるときには自ノードとディスティネーションノードとの間の通過ノード数が最小となるショーテストパスを計算するルート計算部 2 と、このルート計算部 2 の計算結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定するパス設定部 3 とを含み、3 R 中継器 7 1 ~ 7 n を 1 以上備えるかもしくは備えないフォトニックノードを制御する機能を実現させるプログラムであって、自ノードの 3 R 中継コストを計算する 3 R 中継コスト計算部 5 に対応する機能と、この 3 R 中継コスト計算部 5 の計算結果を他ノードに公告する 3 R 中継コスト公告部 6 に対応する機能と、他ノードから公告された 3 R 中継コストを当該他ノードのアドレスに対応させてそれぞれ集計する 3 R 中継コスト集計部 4 に対応する機能とを実現させ、パス設定部 3 に対応する機能として、ルート計算部 2 の計算結果が複数存在するときには 3 R 中継コスト集計部 4 の集計結果に基づき 3 R 中継コストが最小となるショーテストパスを選択する機能を実現させるプログラムをコンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、本実施例のフォトニックノードを制御する機能を実現させることができる。

## 【 0 0 3 6 】

さらに、3 R 中継コスト計算部 5 に対応する機能として、自ノードの 3 R 中継コストとして自ノードにおける未使用の 3 R 中継器 7 i の数の逆数を当該 3 R 中継コストとして計

10

20

30

40

50

算する機能を実現させるプログラムをコンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、前述した第一実施例のフォトニックノードを制御する機能を実現させることができる。

【0037】

あるいは、3R中継コスト計算部5に相応する機能として、自ノードの3R中継コストとして自ノードに含まれる全ての3R中継器71～7nの数を未使用の3R中継器7iの数から1を減じた値により除した値を当該3R中継コストとして計算する機能を実現させるプログラムをコンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、前述した第二実施例のフォトニックノードを制御する機能を実現させることができる。

10

【0038】

あるいは、パス制御部3に相応する機能として、ネットワークポロジに基づきショーテストパスに含まれる3R中継器を備えない他ノードのコストをxとし、3R中継コスト集計部5の集計結果に基づきショーテストパスに含まれる3R中継器を備えた他ノードの3R中継コストを含むコストをyとし、当該コストyの重み付け係数をとし、ショーテストパス全体のコストをCostとするとときに、 $Cost = x + y$ として計算する機能と、当該計算する機能の計算結果が最小となるショーテストパスを選択する機能とを実現させるプログラムをコンピュータ装置にインストールすることにより、そのコンピュータ装置に、前述した第三実施例のフォトニックノードを制御する機能を実現させることができる。

20

【0039】

本実施例のプログラムは本実施例の記録媒体に記録されることにより、コンピュータ装置は、この記録媒体を用いて本実施例のプログラムをインストールすることができる。あるいは、本実施例のプログラムを保持するサーバからネットワークを介して直接コンピュータ装置に本実施例のプログラムをインストールすることもできる。

【0040】

これにより、コンピュータ装置を用いて、少数の3R中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図りながらフォトニックネットワークを構成してもフレキシビリティの高いフォトニックネットワークを実現でき、新規パスの追加に柔軟に対応することができるフォトニックノードおよびフォトニックネットワークを実現することができる。

30

【0041】

(第五実施例)

なお、フォトニックノードとして、自ノードがソースノードであるときに、自ノードとディスティネーションノードとの間のパスを検索し、この検索結果に基づき自ノードとディスティネーションノードとの間にパスを設定する際に、検索されたパスが複数ある場合は、検索されたすべてのパスに含まれる全てのノードの中から、有する3R中継器の台数が最も多いノードを検索し、その3R中継器の台数が最も多いノードを含むパスを設定する。あるいは、検索された全てのパスに含まれる全てのノードの中から、未使用の3R中継器の最も多いノードを検索し、未使用の3R中継器の台数が最も多いノードを含むパスを設定する。あるいは、検索されたパスの各々について、パス上に含まれる全てのノードが有する3R中継器の合計から1を引いた値をパス上に含まれる全てのノードが有する3R中継器の合計で割った値を計算し、その割った値が最大となるパスを設定する。

40

【0042】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、少数の3R中継器を用いてネットワークリソースの有効利用を図りながらフォトニックネットワークを構成してもフレキシビリティの高いフォトニックネットワークを実現でき、新規パスの追加に柔軟に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施例のフォトニックネットワークの一例を示す図。

50

【図2】 本実施例のフォトニックノードのブロック構成図。

【図3】 本実施例の公告パケットの構成図。

【図4】 第三実施例を説明するためのフォトニックネットワークの一例を示す図。

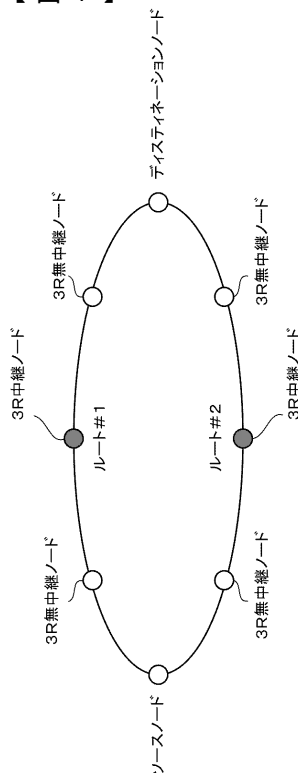
【図5】 従来のフォトニックネットワーク構成を示す図。

【符号の説明】

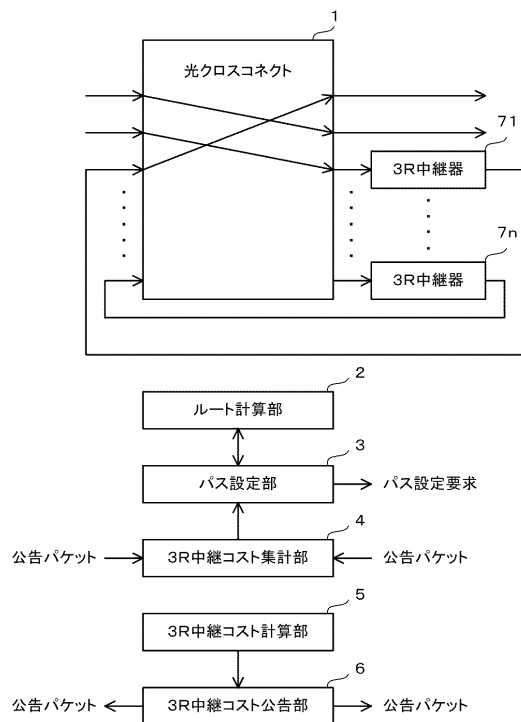
- 1 光クロスコネク
- 2 ルート計算部
- 3 パス設定部
- 4 3R中継コスト集計部
- 5 3R中継コスト計算部
- 6 3R中継コスト公告部
- 7 1 ~ 7 n 3R中継器

10

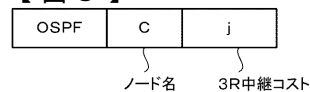
【図1】



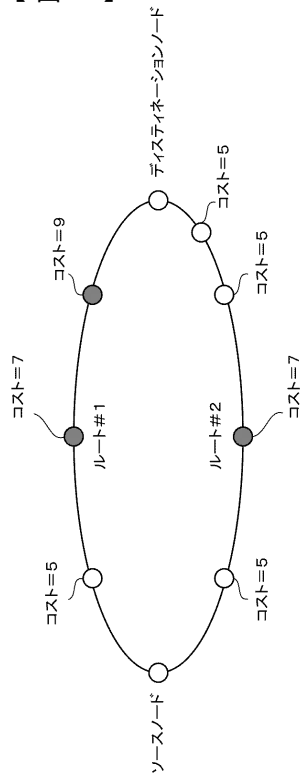
【図2】



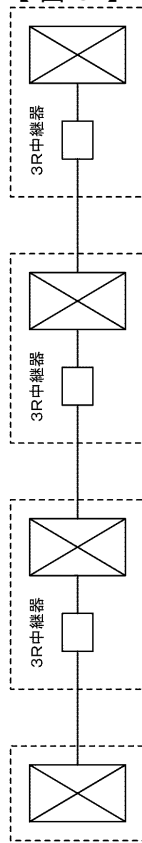
【図3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-77207(JP,A)  
特開2003-229891(JP,A)  
特開2003-249903(JP,A)  
特開2003-259403(JP,A)  
特開2003-234823(JP,A)  
2002年信学総合大会 B-12-3  
ICC 2002, p2812-2816

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
H04L 12/56  
H04B 9/00