



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 25 697 T2** 2006.03.16

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 005 240 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 25 697.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 402 738.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **04.11.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.05.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.03.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H04Q 3/66** (2006.01)
H04L 12/56 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

9814878 26.11.1998 FR

(73) Patentinhaber:

Alcatel, Paris, FR

(74) Vertreter:

**Patentanwälte U. Knecht und Kollegen, 70435
Stuttgart**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Phan, Cao Thanh, 92500 Rueil Malmaison, FR;
Tran, Nhut Quan, 95800 Cergy, FR**

(54) Bezeichnung: **Unterbrechende Anrufweglenkung in einem Fernmeldenetz**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Telekommunikationsnetze und insbesondere auf die Rufweglenkung in einem Telekommunikationsnetz, vornehmlich in einem Privatnetz, in welchem die Anrufe unterschiedliche Prioritäten aufweisen.

[0002] Private Telekommunikationsnetze werden aus Kommunikations-Knotenpunkten gebildet, die untereinander über Teilstücke oder Leitungen verbunden sind, welche die Kommunikation und/oder die Signalisierung transportieren. Die Veröffentlichung von J. Eldin und K.P Lathia, "Le RNIS appliqué au Centrex et aux réseaux privés virtuels" (Anwendung von ISDN auf Centrex und virtuelle Privatnetze), enthält eine Beschreibung der physikalischen Privatnetze und der virtuellen Privatnetze. Wie in diesem Dokument erläutert wird, sind in einem physikalischen Privatnetz die verschiedenen Standorte oder Knotenpunkte über spezielle Leitungen verbunden, während in einem virtuellen Privatnetz jeder Knotenpunkt mit der nächstgelegenen Vermittlungsstelle des öffentlichen Netzes verbunden ist, wo eine geeignete Software die Verbindungen nach Bedarf herstellt. Es gibt zwei Varianten von virtuellen Privatnetzen: So kann man einerseits semipermanente Verbindungen vorsehen, die ohne Anwahl hergestellt werden, sobald einer der Knotenpunkte Bedarf an einer Leitung anmeldet, und die stets dieselben Punkte miteinander verbinden. Dies kann insbesondere bei Signalisierungsverbindungen in einer Anwendung auf einem dienstintegrierten Digitalnetz (Integrated Services Digital Network, ISDN) der Fall sein. Auf der anderen Seite kann man vermittelte Verbindungen vorsehen, die nur durch Anwahl hergestellt werden können. In der folgenden Beschreibung werden physikalische oder virtuelle Privatnetze betrachtet, die aus Knotenpunkten bestehen, welche untereinander über Leitungen verbunden sind, die Leitungen beliebiger Art sein können, also Leitungen, die fest zugewiesene Verbindungen beinhalten, oder Leitungen, die unter Einbeziehung eines externen Netzes gebildet werden; letzteres kann ein Netz beliebigen Typs sein, etwa das öffentliche vermittelte Netz, ein öffentliches terrestrisches Netz, ein ISDN, ein anderes Privatnetz usw.

[0003] In Telekommunikationsnetzen stellt sich das Problem der Rufweglenkung, also die Wahl einer Leitwegführung, die es gestattet, einen Anruf über das Netz zu leiten, gegebenenfalls unter Überschreitung der Grenze zu einem externen Netz. Ziel einer solchen Rufweglenkung ist es, die Leitwegführung eines Anrufs und die Herstellung einer Kommunikationsverbindung zu ermöglichen und zugleich zu versuchen, die Last der Kommunikation über das Netz zu verteilen. In an sich bekannter Weise führt man dazu Weglenkungsrechnungen unter Festlegung einer Kostenfunktion für die Netzleitungen durch.

Diese Funktion gestattet es, jeder Leitung ein Kostenniveau zuzuordnen, das für das Risiko einer Blockierung der Leitung repräsentativ ist; hierbei kann man eine Kostenfunktion wie etwa die Berechnung des Verhältnisses zwischen den benötigten Ressourcen und den auf der Leitung verfügbaren Ressourcen wählen:

$$\text{Kosten} = \frac{\text{Benötigte Ressourcen}}{\text{verfügbare Ressourcen}}$$

[0004] Die bessere Weglenkung wird für den Fall erzielt, bei dem die Summe der Kosten für die zur Weglenkung verwendeten Leitungen minimiert wird. Im allgemeinen führt man eine Weglenkungsrechnung zum Zeitpunkt der Herstellung einer Kommunikationsverbindung durch, über welche der Anruf geführt wird.

[0005] Überdies besteht eine an sich bekannte Vorgehensweise darin, für die Kommunikationsverbindungen in einem Privatnetz unterschiedliche Prioritäten vorzusehen. Die Wahl einer höheren Priorität gestattet die bevorzugte Weglenkung eines Anrufs, erforderlichenfalls unter Bevorzugung der Ressourcen des Privatnetzes, die von den Kommunikationsverbindungen mit einer niedrigeren Priorität genutzt werden.

[0006] Es wurde vorgeschlagen, die Prioritäten zu verwalten, indem für jede Kommunikationsverbindung einerseits eine Prioritätsstufe und andererseits ein Aktivierungsmodus festgelegt wird. Die Prioritätsstufe ist beispielsweise eine ganze Zahl; der Aktivierungsmodus wird aus der folgenden Liste gewählt:

- Nicht geschützte Kommunikationsverbindung,
- geschützte und nicht bevorrechtigte Kommunikationsverbindung,
- nicht geschützte, aber bevorrechtigte Kommunikationsverbindung.

[0007] In dieser Lösung kann eine geschützte Kommunikationsverbindung von einer anderen Kommunikationsverbindung nicht bevorrechtigt werden. Anders ausgedrückt, wird die Bevorrechtigung auf die Ressourcen der nicht geschützten Kommunikationsverbindungen angewandt, welche die niedrigste Prioritätsstufe haben. Ebenfalls wird vorgeschlagen, bei der Weglenkung im Fall einer Sättigung des Netzes die folgenden Einschränkungen zu beachten:

- Die maximale Priorität aller für die Weglenkung einer Kommunikationsverbindung bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen muß so niedrig wie möglich sein;
- die Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen muß so niedrig wie möglich sein;
- die Gesamtkosten für die Weglenkung müssen so niedrig wie möglich sein.

[0008] Im Dokument EP-A-0 830 047 wird ein Ver-

fahren für die Rufweglenkung in einem Netz mit mehreren durch Leitungen untereinander verbundenen Knotenpunkten beschrieben, beinhaltend die Berechnung der Kosten für unterschiedliche Leitwegführungen zur Übermittlung des Anrufs sowie die Auswahl einer Leitwegführung in Abhängigkeit von den Kosten, bei welchem die Kosten für eine Leitwegführung einen aus mehreren Komponenten bestehenden Vektor bilden.

[0009] Im Dokument PERAVIAN, M. ET AL: "DECENTRALIZED NETWORK CONNECTION PREEMPTION ALGORITHMS", COMPUTER NETWORKS AND ISDN SYSTEMS, Vol. 30, No. 11, 22. Juni 1998 (1998-06-22), Seiten 1029–1043 XP004123763 ISSN/0169–7552, wird ein Verfahren für die Rufweglenkung in einem Netz mit mehreren durch Leitungen untereinander verbundenen Knotenpunkten beschrieben, beinhaltend die Berechnung der Kosten für unterschiedliche Leitwegführungen zur Rufweglenkung sowie die Auswahl einer Leitwegführung in Abhängigkeit von den Kosten, bei welchem der zu bevorrechtigende Durchlaßbereich, die Priorität der zu bevorrechtigenden Verbindungen und die Anzahl der zu bevorrechtigenden Verbindungen optimiert werden.

[0010] Die Erfindung bietet eine Lösung für das Problem der Rufweglenkung in einem Netz, die es so weit wie möglich gestattet, den verschiedenen mit der Priorität verbundenen Einschränkungen Rechnung zu tragen.

[0011] Überdies stellt sich in Privatnetzen das Problem der Verminderung der Anzahl von Kommunikationsverbindungen. Sofern nämlich die Netze unterschiedliche Kommunikationsverbindungen (Sprache, Daten oder andere Signale) transportieren, schlagen unterschiedliche Protokolle, wie eine Dienstqualität, Kommunikationsverbindungen vor, die unterschiedliche gewährte Bandbreiten aufweisen. Dies ist beispielsweise bei X.25-Protokollen, auch Frame Relay genannt, der Fall, welche eine Replikation auf kleinere Durchlaßbereichen zulassen, wenn der Durchlaßbereich nicht verfügbar ist.

[0012] Ein weiteres neues Problem, für welches die Erfindung eine Lösung bietet, betrifft die simultane Verwaltung der gewährten Bandbreiten und der Prioritäten in der Weglenkung der Kommunikationsverbindungen. Die Erfindung gestattet das Verwalten der Prioritäten in Abhängigkeit von Datenratenkategorien.

[0013] Zu diesem Zweck wird mit der Erfindung ein Verfahren zur Rufweglenkung in einem Netz mit mehreren über Leitungen untereinander verbundenen Knotenpunkten vorgeschlagen, beinhaltend die Berechnung der Kosten für unterschiedliche Leitwegführungen zur Rufweglenkung sowie die Auswahl ei-

ner Leitwegführung in Abhängigkeit von den Kosten, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Anruf eine Prioritätsstufe zugeordnet wird, aufgrund derer er in der Lage ist, Kommunikationsverbindungen im Netz vorrangig zu belegen, sowie durch

- eine erste Komponente gleich dem maximalen Wert der Prioritätsstufe der auf jeder der besagten Leitungen bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen auf den Leitungen, aus welchen sich der Rufweg zusammensetzt,
- eine zweite Komponente gleich der Anzahl bevorrechtigter Kommunikationsverbindungen auf den besagten Leitungen nach Prioritätsstufe,
- und eine dritte Komponente gleich der Summe auf den besagten Leitungen einer abnehmenden Funktion der Menge von verfügbaren Ressourcen auf jeder der besagten Leitungen, ferner dadurch, daß die zweite Komponente eines gegebenen Kostenvektors kleiner als die zweite Komponente eines anderen Kostenvektors ist, wenn für die höchste Prioritätsstufe, für welche die zweiten Komponenten unterschiedlich sind, die zweite Komponente des gegebenen Kostenvektors kleiner als die zweite Komponente des anderen Kostenvektors ist.

[0014] In diesem Fall erfolgt der Auswahlschritt zur Minimierung der Weglenkungskosten für eine Ordnungsrelation, in welcher der erste Vektor kleiner als ein zweiter Vektor ist, wenn die erste Komponente des ersten Vektors kleiner als die erste Komponente des zweiten Vektors ist, und für den Fall der Gleichheit der ersten Komponenten, wenn die zweite Komponente des ersten Vektors kleiner als die zweite Komponente des zweiten Vektors ist, und für den Fall der Gleichheit der ersten und der zweiten Komponente, wenn die dritte Komponente des ersten Vektors kleiner als die dritte Komponente des zweiten Vektors ist. In einer anderen Ausführungsform transportiert das Netz Kommunikationsverbindungen mit unterschiedlichen Datenraten sowie mit einer Möglichkeit zur Verminderung der Datenrate, und die Weglenkungskosten sind auch von der Datenrate abhängig, die über den besagten Leitungsweg transportiert werden kann.

[0015] Hierzu wird mit der Erfindung ein Verfahren vorgeschlagen, in welchem das Netz Kommunikationsverbindungen mit unterschiedlichen Datenraten sowie mit einer Möglichkeit zur Verminderung der Datenrate transportiert, in welchem die Kosten für einen Rufweg außerdem abhängig von der Datenrate sind, die über den besagten Rufweg transportiert werden kann, und das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Kosten eines Rufweges eine vierte Komponente beinhalten, die gleich der Verminderung der für einen Anruf geforderten Datenrate auf der besagten Route ist.

[0016] In einer Ausführungsform erfolgt der Schritt zur Berechnung der Kosten eines Rufweges durch Iterationen, bei welchen nacheinander die verschiedenen Leitungen, aus denen sich der Rufweg zusammensetzt, hinzugefügt werden.

[0017] Man kann den Schritt zur Berechnung der verschiedenen Rufwege und der Berechnung eines Rufweges auch durch Anwendung des Dijkstra-Algorithmus durchführen.

[0018] Weitere Eigenschaften und Vorteile der Erfindung werden beim Lesen der nachstehenden beispielhaften Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung deutlich werden, wobei auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird, von denen die einzige Abbildung einen Graph der Lastkomponente des Kostenvektors gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt.

[0019] Mit der Erfindung wird vorgeschlagen, in einem Telekommunikationsnetz die Parameter zu berücksichtigen, welche die Priorität für die Definition der Kosten und der Berechnung der Rufwege festlegen. Sie gestattet es dem Netz, den Prioritätseinschränkungen beim Transport der Anrufe und der Herstellung der Kommunikationsverbindungen Rechnung zu tragen. Zu diesem Zweck wird mit der Erfindung vorgeschlagen, für die Leitungen des Netzes eine Kostenfunktion Cost zu berücksichtigen, welche eine vektorielle Form hat, d.h. in zwei voneinander unabhängigen Komponenten vorliegt; dieser Kostenvektor weist eine Komponente auf, die von der Priorität der vorrangig hergestellten Kommunikationsverbindungen für den Transport über den Rufweg abhängt, sowie eine Komponente, die von der Priorität der Auslastung der Leitung abhängt. Der Kostenvektor kann somit folgende Form annehmen:

$$\text{Cost} := (\text{PrioritätMin}; \text{KostenLeitung})$$

[0020] Die erste Komponente PrioritätMin ist die Komponente, welche die höchste Prioritätsstufe der Kommunikationsverbindungen repräsentiert, die über die Leitung vorrangig hergestellt werden, um eine neue Kommunikation zu transportieren. Sie ist gleich der höchsten Priorität der Kommunikationsverbindungen, die auf der Leitung zu bevorzugen sind, um die Durchschaltung einer neuen Kommunikationsverbindung zu gewährleisten. Wenn die Leitung nicht gesättigt ist, ist diese Komponente null; wenn die Leitung dagegen gesättigt ist, ist diese Komponente gleich der Prioritätsstufe der vorrangig herstellbaren Kommunikationsverbindung, welche die niedrigste Prioritätsstufe repräsentiert.

[0021] Diese Komponente gestattet es, bei der Berechnung eines Rufweges im Privatnetz nicht nur die Auslastung der Leitungen, sondern auch die Prioritätsstufen der Kommunikationsverbindungen zu berücksichtigen, die bereits hergestellt sind und gege-

benenfalls bevorzugen sein müssen; sie repräsentiert die Fähigkeit der Leitung, bevorzugte Kommunikationsverbindungen aufzunehmen.

[0022] Die zweite Komponente KostenLeitung ist abhängig von der Auslastung der Leitung oder der verfügbaren Ressourcen und wird im folgenden unter Bezug auf die Abbildung näher beschrieben.

[0023] Mit der Erfindung wird außerdem vorgeschlagen, bei den möglichen Rufwegen eine Kostenfunktion Ch zu berücksichtigen, welche eine vektorielle Form hat, d.h. in drei voneinander unabhängigen Komponenten vorliegt; dieser Kostenvektor weist eine Komponente auf, die von der maximalen Priorität der auf den verschiedenen Teilabschnitten des Rufweges bevorzugten Kommunikationsverbindungen abhängig ist. Er weist außerdem eine Komponente auf, welche die Anzahl der nicht geschützten Kommunikationsverbindungen repräsentiert, welche bevorzugen sein müssen, um die Rufweglenkung für jede Prioritätsstufe zu ermöglichen. Die dritte Komponente ist eine Komponente für die Auslastung des Rufweges. Der Kostenvektor kann somit folgende Form annehmen:

$$\text{Ch} := (\text{PrioritätMax}; \text{NbComPreemp}[\text{priorität}], \text{LoadCost})$$

[0024] Die erste Komponente PrioritätMax ist die Komponente, welche von der Prioritätsstufe Kommunikationsverbindungen abhängt, die auf den verschiedenen Leitungen des Netzes bevorzugen sind. Sie gestattet es, bei der Berechnung eines Rufweges im Privatnetz nicht nur die Auslastung der Leitungen, sondern auch die Prioritätsstufen der Kommunikationsverbindungen zu berücksichtigen, die zur Gewährleistung der Weglenkung bevorzugen sind; die Minimierung dieser ersten Komponente führt zur Bevorzugung der am niedrigsten priorisierten Kommunikationsverbindungen zum Aufbau des Rufweges. Die zweite Komponente ist abhängig von der Anzahl der bevorzugten Kommunikationsverbindungen für jede Prioritätsstufe; sie hat somit das Aussehen einer Tabelle. Die dritte Komponente LoadCost ist abhängig von der Auslastung der Leitung und entspricht der Komponenten KostenLeitung der durchlaufenen Leitungen.

[0025] Der Kostenvektor eines Rufweges wird durch Iteration aus den Kostenvektoren der verschiedenen Teilabschnitten des Rufweges bestimmt. Um eine Leitung hinzuzufügen, welche einem Rufweg, der einen Kostenvektor Ch aufweist, Kosten in Höhe von Cost zuzuordnen, kann man wie folgt eine Summenfunktion definieren:

$$\text{Add}(\text{Ch1}, \text{Cost}) := \text{Ch2}$$

[0026] Diese Summenfunktion gestattet es, aus dem Kostenvektor Ch1 des Rufweges und dem hinzugefügten des hinzugefügten Rufweges den Kos-

tenvektor Ch2 des Rufweges zu ermitteln, welcher die hinzugefügte Leitung enthält. Gemäß der Schreibweise

$Ch2 := (PrioritätMax2; NbComPreempt2[priorität], LoadCost2)$

definiert man jede einzelne Komponente des Vektors wie folgt: Für die erste Komponente, welche die höchste Priorität der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen auf den verschiedenen Leitungen repräsentiert, ist die erste Komponente der Summe gleich dem höchsten Prioritätswert der auf dem vorhergehenden Rufweg bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen und der maximalen Priorität der auf dem hinzugefügten Rufweg bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen. Anders ausgedrückt, erhöht sich die maximale Priorität der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen auf den vom neuen Rufweg durchlaufenen Leitungen, wenn man einem gegebenen Rufweg eine Leitung hinzufügt, nur dann, wenn die maximale Priorität der zu bevorrechtigenden Kommunikationsverbindungen auf der hinzugefügten Leitung über der maximalen Priorität der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen auf den vom gegebenen Rufweg durchlaufenen Leitungen liegt. Dies wird geschrieben als $PrioritätMax_2 := \text{Max}[PrioritätMax_1, PrioritätMin]$, wobei die Funktion Max einem Zahlenpaar die größte der beiden Zahlen zuordnet.

[0027] Für die zweite Komponente, die repräsentativ für die Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen ist, ist die zweite Komponente der Summe gleich der zweiten Komponente des vorhergehenden Rufweges, wenn die Leitung nicht gesättigt ist, für jede der Prioritätsstufen. Wenn die Leitung gesättigt ist, impliziert der Transport des gelenkten Anrufs die Bevorrechtigung einer Kommunikationsverbindung auf der Prioritätsstufe $PrioritätMin$, und die Anzahl bevorrechtigter Kommunikationsverbindungen erhöht sich in dieser Prioritätsstufe um eine Einheit. Mathematisch ausgedrückt, ergibt dies:

WENN KostenLeitung = GESÄTTIGT, DANN $NbComPreempt_2[PrioritätMin] :=$

$NbComPreempt_1[PrioritätMin] + 1$

ENDEWENN,

wobei der Wert GESÄTTIGT für die Leitung der Wert der Komponente KostenLeitung ist, wenn die Leitung über keine Ressourcen mehr verfügt, oder anders ausgedrückt, wenn es erforderlich ist, eine Kommunikationsverbindung zu bevorrechtigen, um die Rufweglenkung zu ermöglichen.

[0028] Die dritte Komponente LoadCost ergibt sich durch Hinzufügen der Kosten für die Leitung zu den Kosten des vorhergehenden Rufweges. Mit anderen Worten: Die Gebührenkomponente der eines Rufweges ist gleich der Summe der Gebührenkomponenten aller Leitungen, aus denen sich der Rufweg zusammensetzt. Mathematisch ausgedrückt, ergibt dies:

$LoadCost_2 := \text{Kosteneitung} + LoadCost_1$

[0029] Die so definierte Summenfunktion gestattet es, jedem über das Privatnetz geführten Rufweg einen Kostenvektor zuzuordnen. Mit der Erfindung wird außerdem eine Ordnungsrelation im Vektorraum der Kosten vorgeschlagen, und zwar derart, daß Rufwege verglichen werden können und ein "besserer" Rufweg definiert werden kann. Diese Ordnungsrelation ist auf folgende Weise definiert:

$Ch1 < Ch2$

WENN $PrioritätMax_1 < PrioritätMax_2$

ODER WENN ($PrioritätMax_1 = PrioritätMax_2$ UND $NbComPreempt_1[priorität] < NbComPreempts_2[priorität]$)

ODER WENN ($PrioritätMax_1 = PrioritätMax_2$ UND $NbComPreempt_1[priorität] = NbComPreempts_2[priorität]$) UND $LoadCost_2 < LoadCost_1$)

[0030] In dieser Definition erscheinen eine Ordnungsrelation und eine Gleichheitsrelation zwischen den Komponenten $NbComPreempts[priorität]$; zwei Tabellen von Anzahlen von bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen sind gleich, wenn ihre jeweiligen Werte für jede Prioritätsstufe gleich sind; ist dies nicht der Fall, so werden, ausgehend von der höchsten Prioritätsstufe, die Anzahlen von bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen verglichen, bis sich eine Differenz ergibt; anders ausgedrückt, gilt:

$NbComPreempts_1[priorität] < NbComPreempts_2[priorität]$ wenn für $i = \text{Max}\{j/NbComPreempts_1[i]\}$ $NbComPreempts_2[i]$ ergibt sich $NbComPreempts_1[i] < NbComPreempts_2[i]$

[0031] Dies entspricht der Minimierung der Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen hoher Priorität.

[0032] Anders formuliert, ist ein Rufweg "besser" als ein anderer Rufweg, wenn er nur Leitungen mit einer geringeren Prioritätsstufe der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen nutzt. Wenn zwei Rufwege Leitungen mit derselben maximalen Prioritätsstufe für die bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen nutzen, ist der "bessere" Rufweg derjenige, der die Anzahl der mit dieser Stufe bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen minimiert. Wenn zwei Rufwege Leitungen mit bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen nutzen, welche dieselbe maximale Prioritätsstufe aufweisen, und dieselbe Anzahl von Kommunikationsverbindungen bevorrechtigen, ist der bessere Rufweg derjenige, der die geringsten Kosten aufweist.

[0033] Diese Definition einer Ordnungsrelation ist der Wahl einer Netzverwaltung äquivalent. Das Minimieren der ersten Komponente führt zur Begrenzung der Prioritätsstufe der in diesem Netz bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen, gegebenenfalls auf Kosten der Anzahl der bevorrechtigten Kommunikati-

onsverbindungen oder der Kosten für den Transport des Anrufs. Das Anstreben der Minimierung der zweiten Komponente vor der dritten führt vorzugsweise eher zu einer Verringerung der Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen zu verringern als der Kosten für den Transport eines Anrufs. Man könnte auch andere Ordnungsrelationen definieren, um anderen Einschränkungen auf dem Netz Rechnung zu tragen.

[0034] Diese Definitionen eines Kostenniveaus pro Rufweg und einer Ordnungsrelation zwischen den Rufwegen gestatten eine Bewertung der verschiedenen möglichen Rufwege und einen Vergleich der verschiedenen Rufwege, um einen von ihnen auszuwählen.

[0035] Vorteilhafterweise verwendet man den Dijkstra-Algorithmus, um eine Rufweglenkung festzulegen, die den größten definierten Kostenvektor gemäß der erwähnten Ordnungsrelation minimiert. Der Dijkstra-Algorithmus ist in den algorithmischen Arbeiten beschrieben und ein bekanntes Verfahren, um in einem bewerteten Graphen einen kürzeren Weg zwischen zwei Knotenpunkten zu finden. Bei der Anwendung dieses Algorithmus' auf die vorliegende Erfindung werden die Knotenpunkte des Graphen aus den Netzknoten gebildet. Die Strecken zwischen den Knotenpunkten werden aus Leitungen des Privatnetzes oder – im Fall einer möglichen Überschreitung einer Netzgrenze – aus Durchquerungen eines externen Netzes gebildet. Die Distanz ist der größte definierte Kostenvektor; die Bestimmung dieses Vektors durch Iteration ist insbesondere auf den Dijkstra-Algorithmus zugeschnitten, in welchem man einem bestehenden Rufweg bei jeder Iteration Leitungen hinzufügt. Die klassische Ordnungsrelation in den reellen Zahlen wird in der Algorithmusanwendung durch die Ordnungsrelation ersetzt, die weiter oben ebenfalls definiert ist. Für die Berechnung der Rufwege der Erfindung kann man auch Algorithmen verwenden, die zum Dijkstra-Algorithmus analog sind und ebenfalls das Ermitteln des kürzesten Weges gestatten. Man kann beispielsweise den Bellman-Algorithmus oder den Floyd-Algorithmus zitieren, wobei anzumerken ist, daß der Bellman-Algorithmus nur auf Graphen ohne Kreise anwendbar ist.

[0036] Die Abbildung gibt ein mögliches Aussehen der zweiten Komponente KostenLeitung des Kostenvektors einer Leitung wieder, welche von der Auslastung oder den verfügbaren Ressourcen abhängig ist; auf der Ordinate ist die Komponente KostenLeitung aufgetragen. Entlang der Abszisse sind die verfügbaren Ressourcen aufgetragen – für den Fall eines Netzes vom ISDN-Typ, in welchem die Leitung durch mehrere T0- oder T2-Zugänge gebildet wird, entsprechen die verfügbaren Ressourcen beispielsweise der Anzahl der freien B-Kanäle. Die Abbildung zeigt im wesentlichen, daß die Komponente KostenLeitung

eine zunehmende Funktion der Auslastung oder – in strikt äquivalenter Weise – eine abnehmende Funktion der auf der Leitung verfügbaren Ressourcen ist. Diese Funktion weist diesseits eines gegebenen Auslastungswertes einen konstanten Wert oder – in strikt äquivalenter Weise – jenseits eines bestimmten Wertes von verfügbaren Ressourcen einen konstanten Wert auf.

[0037] Im Beispiel besitzt die Auslastung einen unbegrenzten, d.h. einen über jedem anderen Wert liegenden Wert, wenn die Leitung unterbrochen wird. Sie besitzt einen Wert "GESÄTTIGT", wenn kein Kanal verfügbar ist; dieser Wert "GESÄTTIGT" wird so gewählt, daß er über der Summe aller möglichen Kosten für einen Rufweg über die Kanäle B liegt. Die nimmt einen ersten Wert KostenLeitung₃ an, wenn ein einziger Kanal verfügbar ist, einen zweiten Wert KostenLeitung₂ an, wenn ein 2 bis k Kanäle verfügbar sind, wobei k eine ganze Zahl ist, und einen Wert KostenLeitung₁ = 1, wenn mehr als k Kanäle verfügbar sind, wobei gilt: KostenLeitung₃ > KostenLeitung₂ > KostenLeitung₁. Zweckmäßig ist ein Wert von k in der Größenordnung von 10; die Wahl eines relativ geringen k-Wertes gestattet es, die Neuberechnung von Rufwegen zu vermeiden, solange die Kosten nicht variieren. Es sind auch andere Werte möglich, insbesondere in Abhängigkeit von der Kapazität einer Leitung und von der Anzahl der durch eine Kommunikationsverbindung belegten Kanäle. Die Wahl der Werte für KostenLeitung₁, der Anzahl von Werten für KostenLeitung₁ wie auch die Wahl der Auslastungswerte, für welche die Funktion Werte ändert, hängt von der Art des Netzes und von der gewünschten Lastverteilung ab. Diese Werte können – wie im Beispiel – Absolutwerte sein, aber auch von der Gesamtkapazität der Leitung abhängen.

[0038] Es wird nun eine zweite Ausführungsform der Erfindung beschrieben, die ganz konkret auf Netze abgestimmt ist, in denen das X25-Protokoll zur Anwendung kommt, bei dem die Priorität nach Kategorien unterschiedlicher Datenraten verwaltet wird. In diesem Fall wird mit der Erfindung vorgeschlagen, im Kostenvektor der Leitungen oder der Rufwege eine Komponente vorzusehen, die repräsentativ für die Datenratenkategorie und die mit einem Rufweg verbundene Verminderung ist.

[0039] In dieser Ausführungsform wird jeder Leitung eine Kostenhöhe zugeordnet, die wie im weiter oben beschriebenen Fall eine vektorielle Form hat und wie folgt geschrieben werden kann:

Cost := (PreemptInfo[KlasseDatenrate]; KostenLeitung)

[0040] Die zweite Komponente ist identisch mit derjenigen gemäß der ersten Ausführungsform; die erste Komponente ist ein Vektor, der eine Funktion der Datenratenkategorie ist und für eine gegebene Da-

tenrate folgendes angibt:

- Anzahl NbComPreempt[priorität] von zu bevorrechtigenden Kommunikationsverbindungen nach Prioritätsstufe zur Erzielung dieser gegebenen Datenrate
- Maximale Prioritätsstufe PrioritätMax der auf der Leitung bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen.

[0041] In dieser Ausführungsform der Erfindung wird jedem Rufweg eine Komponente zugeordnet, die für die Verminderung bei der im Rufweg enthaltenen Datenrate, bezogen auf die geforderte Datenrate, repräsentativ ist:

$Ch[DatenrateGefordert] := (DatenrateVermindert, PrioritätMax; NbComPreempt[priorität], LoadCost)$, wobei die drei letzten Komponenten diejenigen sind, die weiter oben definiert wurden. Die erste Komponente ist die Komponente, die für die Verminderung hinsichtlich der Datenrate repräsentativ ist; sie gibt für den Rufweg die auf die geforderte Datenrate bezogene Verminderung an.

[0042] Die weiter oben definierte Summenfunktion wird auf die nachstehend beschriebene Weise modifiziert: Zunächst wird für einen gegebenen Rufweg und für eine hinzuzufügende Leitung die für den Anruf auf der hinzuzufügenden Leitung verfügbare Datenrate berechnet. Diese Datenrate hängt von der Priorität des zu transportierenden Anrufs und von der Verteilung der Prioritäten der nicht geschützten Anrufe auf der betreffenden Leitung ab, also von der ersten Komponente des momentan definierten Vektors Cost.

[0043] Anders ausgedrückt, wird ermittelt, welche Datenrate von der hinzuzufügenden Leitung unter Berücksichtigung der Priorität des zu transportierenden Anrufs transportiert werden kann. Wenn der bereits erzielte Rufweg mit einer Verminderung verbunden ist, braucht nicht versucht zu werden, die auf diesem Rufweg verfügbare Datenrate zu übertreffen, und man kann sich damit begnügen, auf der hinzuzufügenden Leitung die vorhandenen Kommunikationsverbindungen zu bevorzugen, die nicht ausreichend geschützt sind, um die zuvor erzielte verminderte Datenrate zu gewährleisten.

[0044] Somit werden aus der verminderten Datenrate des vorhergehenden Rufweges, aus der Priorität des zu transportierenden Anrufs und aus den Kommunikationsverbindungen auf der hinzuzufügenden Leitung

- die auf der Leitung verfügbare Datenrate,
- die Anzahl der zu bevorrechtigenden Kommunikationsverbindungen nach Datenratenkategorien und
- die maximale Priorität der auf der hinzugefügten Leitung zu bevorrechtigenden Kommunikationsverbindungen ermittelt.

[0045] Diese Parameter werden als DatenrateVermindert, NbComPreempt[priorität] und PrioritätTransit[datenratenkategorie] bezeichnet.

[0046] Für die Verminderungskomponente wird die Verminderung auf dem SummenRufweg als größter Wert der

- Verminderung auf dem vorhergehenden Rufweg und
- gegebenenfalls die zusätzliche Verminderung aus dem hinzugefügten Rufweg berechnet, was zu folgendem Ergebnis führt:
 $DatenrateVermindert_2 := \text{Max}(DatenrateVermindert_1; DatenrateGefordert - DatenrateVerfügbar)$,
 wenn die verfügbare Datenrate geringer als die geforderte Datenrate ist, ansonsten zu dem Ergebnis:
 $DatenrateVermindert_2 := DatenrateVermindert_1$

[0047] Auf diese Weise ist die Komponente der verminderten Datenrate des SummenRufweges gleich der mit dem Rufweg verbundenen Verminderung unter Berücksichtigung der hinzugefügten Leitung.

[0048] Bezogen auf die vorhergehende Ausführungsform, sind die Berechnung der Komponenten PrioritätMax und NbComPreempt[priorität] der Summe so modifiziert, um die Tatsachs zu berücksichtigen, daß es notwendig sein kann, mehrere Kommunikationsverbindungen von geringerem Niveau zu bevorzugen, um die geforderte Datenrate zu gewährleisten.

[0049] Somit ergeben sich nach Datenratenkategorien:

$PrioritätMax_2 := \text{Max}[PrioritätMax_1, PrioritätTransit]$ für die maximale Prioritätsstufe der Kommunikationsverbindungen auf den Leitungen, aus denen sich der SummenRufweg zusammensetzt.

[0050] Für die Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen ergeben sich nach Datenratenkategorien:

$NbComPreempt_2[priorität] := NbComPreempt_1[priorität] + NbComPreempt[priorität]$ dergestalt, daß der vorhergehenden Anzahl bevorrechtigter Kommunikationsverbindungen die Anzahl von Kommunikationsverbindungen hinzugefügt werden müssen, um die Weglenkung des Anrufs über die hinzugefügte Leitung zu bewerkstelligen.

[0051] In dieser Ausführungsform gestattet die Definition des Kostenvektors eines Rufweges die Berücksichtigung der möglichen Verminderung.

[0052] Die Ordnungsrelation zwischen zwei Rufwegen wird mit denselben Benennungen und für eine vorgegebene geforderte Datenrate:
 $Ch1 < Ch2$

WENN $\text{DatenrateVermindert}_1 < \text{DatenrateVermindert}_2$ UND $\text{PrioritätMax}_1 < \text{PrioritätMax}_2$)
 ODER WENN $(\text{DatenrateVermindert}_1 = \text{DatenrateVermindert}_2 \text{ UND } \text{PrioritätMax}_1 = \text{PrioritätMax}_2 \text{ UND } \text{NbComPreemptl}[\text{priorität}] < \text{NbComPreempt2}[\text{priorität}])$
 ODER WENN $(\text{DatenrateVermindert}_1 = \text{DatenrateVermindert}_2 \text{ UND } \text{PrioritätMax}_1 = \text{PrioritätMax}_2 \text{ UND } \text{NbComPreemptl}[\text{priorität}] = \text{NbComPreempt2}[\text{priorität}] \text{ UND } \text{LoadCost}_1 < \text{LoadCost}_2)$

[0053] Anders formuliert, ist ein Rufweg "besser" als ein anderer, wenn er das Herstellen der Kommunikationsverbindung mit einer geringeren Verminderung der Datenrate gestattet. Für zwei Rufwege mit gleich großer Verminderung ist der bessere Rufweg derjenige, der die Rufwege mit bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen nutzt, welche die niedrigste Prioritätsstufe haben. Wenn zwei Rufwege unter Verwendung von Leitungen mit bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen derselben Prioritätsstufe dieselbe Verminderung aufweisen, ist der "bessere Rufweg" derjenige, der die Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen mit hoher Prioritätsstufe minimiert. Wenn zwei Rufwege unter Verwendung von Leitungen mit derselben Prioritätsstufe für die bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen dieselbe Verminderung mit sich bringen, ist der "bessere Rufweg" derjenige, der die niedrigsten Kosten aufweist.

[0054] Diese Definition einer Ordnungsrelation ist der Wahl einer Netzverwaltung äquivalent, bei welcher vor jeder Rufwegführung Kommunikationsverbindungen ohne Verminderung bevorzugt werden. Anschließend bewirkt die Minimierung der zweiten Komponente die Begrenzung der Priorität der im Netz bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen, gegebenenfalls auf Kosten der Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen oder der Kosten für die Rufwegführung. Das Anstreben der Minimierung der zweiten Komponente vor der dritten führt vorzugsweise eher zu einer Verringerung der Anzahl der bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen zu verringern als der Kosten für den Transport eines Anrufs. Man könnte auch andere Ordnungsrelationen definieren, um anderen Einschränkungen auf dem Netz Rechnung zu tragen. Man könnte wiederum auch andere Ordnungsrelationen definieren, um anderen Einschränkungen auf dem Netz Rechnung zu tragen.

[0055] In dieser Ausführungsform kann man, wie auch in der vorhergehenden, die Berechnung der Rufwege durch Anwendung des Dijkstra-Algorithmus' oder ähnlicher weiter oben erwähnter Algorithmen durchführen.

[0056] Die vorliegende Erfindung beschränkt sich keineswegs auf die beschriebenen und dargestellten Beispiele und Ausführungsformen, sondern kann sich auch auf zahlreiche für den Fachmann denkbare Varianten beziehen. Sie bezieht sich auch auf andere Netzarten als die in der Beschreibung erwähnten Privatnetze. Es ist ebenfalls klar, daß sich die Erfindung nicht auf beschriebene Ausführungsformen beschränkt. So kann man in Abhängigkeit von Einschränkungen des Netzes, in welchem die Erfindung zur Anwendung kommt, auch andere Definitionen der Komponenten des Kostenvektors und der Ordnungsrelation wählen. Die Erfindung ist unabhängig vom Vorhandensein geschützter Kommunikationsverbindungen anwendbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Rufweglenkung in einem Netz mit mehreren Knotenpunkten, die untereinander über Leitungen verbunden sind, beinhaltend die Berechnung der Kosten unterschiedlicher Leitungswege zum Transportieren des Anrufs und die Auswahl eines Rufweges im Abhängigkeit von den Kosten, in welchem die Kosten für einen Rufweg ein aus mehreren Komponenten bestehender Vektor ist, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Anruf eine Prioritätsstufe zugeordnet wird, aufgrund derer er Kommunikationsverbindungen im Netz bevorzugen kann, sowie durch

- eine erste Komponente gleich dem maximalen Wert der Prioritätsstufe der auf jeder der besagten Leitungen bevorrechtigten Kommunikationsverbindungen auf den Leitungen, aus welchen sich der Rufweg zusammensetzt,
- eine zweite Komponente gleich der Anzahl bevorrechtigter Kommunikationsverbindungen auf den besagten Leitungen nach Prioritätsstufe,
- und eine dritte Komponente gleich der Summe auf den besagten Leitungen einer abnehmenden Funktion der Menge von verfügbaren Ressourcen auf jeder der besagten Leitungen, ferner dadurch, daß die zweite Komponente eines gegebenen Kostenvektors kleiner als die zweite Komponente eines anderen Kostenvektors ist, wenn für die höchste Prioritätsstufe, für welche die zweiten Komponenten unterschiedlich sind, die zweite Komponente des gegebenen Kostenvektors kleiner als die zweite Komponente des anderen Kostenvektors ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Auswahlschritt so erfolgt, daß die Rufwegkosten für eine Ordnungsrelation minimiert werden, in welcher ein erster Vektor kleiner als ein zweiter Vektor ist, wenn die erste Komponente des ersten Vektors kleiner als die erste Komponente des zweiten Vektors ist,

und für den Fall der Gleichheit der ersten Komponenten, wenn die zweite Komponente des ersten Vektors kleiner als die zweite Komponente des zweiten Vektors ist,
 und für den Fall der Gleichheit der ersten und der zweiten Komponente, wenn die dritte Komponente des ersten Vektors kleiner als die dritte Komponente des zweiten Vektors ist.

3. Verfahren-zur Rufweglenkung gemäß Anspruch 1, in welchem das Netz Kommunikationsverbindungen unterschiedlicher Datenraten mit einer Möglichkeit zur Verminderung der Datenrate transportiert, und in welchem die Kosten für einen Rufweg zugleich abhängig von der Datenrate sind, die über den besagten Rufweg transportiert werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Kosten eines Rufweges eine vierte Komponente beinhalten, die gleich der Verminderung der für einen Anruf geforderten Datenrate auf der besagten Route ist.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Auswahlschritt so erfolgt, daß die Rufwegkosten für eine Ordnungsrelation minimiert werden, in welcher ein erster Vektor kleiner als ein zweiter Vektor ist, wenn die vierte Komponente des ersten Vektors kleiner als die vierte Komponente des zweiten Vektors ist, wenn im Fall der Gleichheit der vierten Komponenten die erste Komponente des ersten Vektors kleiner als die erste Komponente des zweiten Vektors ist, wenn im Fall der Gleichheit der vierten und ersten Komponenten die zweite Komponente des ersten Vektors kleiner als die zweite Komponente des zweiten Vektors ist, und wenn im Fall der Gleichheit der vierten, ersten und zweiten Komponenten die dritte Komponente des ersten Vektors kleiner als die dritte Komponente des zweiten Vektors ist.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt zur Berechnung der Kosten eines Rufweges durch Iterationen erfolgt, bei welchen nacheinander die verschiedenen Leitungen, aus denen sich der Rufweg zusammensetzt, hinzugefügt werden.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt zur Berechnung der verschiedenen Rufwege und zur Berechnung eines Rufweges durch Anwendung des Dijkstra-Algorithmus erfolgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

