(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. März 2004 (11.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/021648 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: H04L 12/56

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002737

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. August 2003 (14.08.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 37 333.7 14. August 2002 (14.08.2002) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **MENTH, Michael** [DE/DE]; Hausnummer 2, 97255 Gelchsheim/Oellingen (DE).

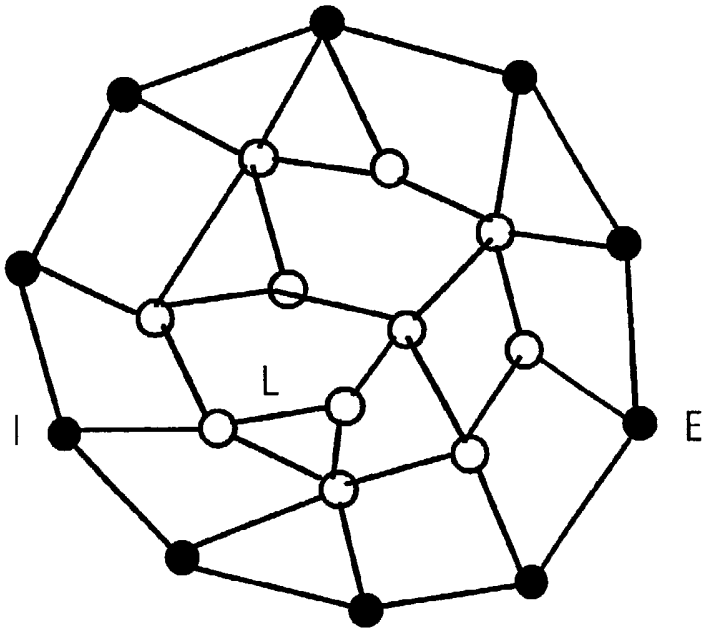
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: CN, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACCESS CONTROL FOR PACKET-ORIENTED NETWORKS

(54) Bezeichnung: ZUGANGSKONTROLLE BEI PAKETORIENTIERTEN NETZEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for access control to a packet-oriented network. Two admissibility checks for a group of packets are carried out by means of threshold values (Ingress(i), Egress(j)) for the traffic transmitted via the network input node (I) and the network output node (E) for the flow. The transmission of the groups of data packets is not permitted when an authorisation of the transmission would lead to traffic volume exceeding one of the threshold values (Ingress(i), Egress(j)). A relationship between the threshold values (Ingress(i), Egress(j)) and the traffic volume (c(L)) in partial stretches or links (L) may be formulated by means of the proportional traffic volume (aV(i,j,L)) over the individual partial stretches (L). Using the capacities of the links (L) the threshold values (Ingress(i), Egress(j)) for pairs ((i,j)) of input and output nodes can be fixed such that no overload occurs on the individual links. Within the above method a flexible reaction to the drop-out of links (L) can be achieved by means of a resetting of the threshold values (Ingress(i), Egress(j)). Furthermore the inclusion of other conditions is possible, for example relating to the capacity of interfaces to other networks or special demands on transmission of prioritised traffic.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zugangskontrolle eines paketorientiertem Netzes. Für ein Gruppe von Paketen werden zwei Zulässigkeitsprüfung mit Hilfe von Grenzwerten (Ingress(i), Egress(j)) für den über den Netzeingangsknoten (I) bzw. den Netzausgangsknoten (E) des Flows übertragenen Verkehr durchgeführt. Die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen wird nicht zugelassen, wenn ein Zulassen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/021648 A1

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

der Übertragung zu einem einen der Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) überschreitenden Verkehr führen würde. Mittels der anteilsmäßigen Verkehrsaufkommen (aV(i,j,L)) über die einzelnen Teilstrecken (L) lässt sich ein Zusammenhang zwischen den Grenzwerten (Ingress(i), Egress(j)) und dem Verkehrsaufkommen (c(L)) auf Teilstrecken bzw. Links (L) formulieren. Ausgehend von der Kapazität der Links (L) lassen sich für Paare ((i,j)) von Eingangs- und Ausgangsknoten die Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) so festsetzen, dass keine Überlast auf den einzelnen Links (L) auftritt. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahren kann flexibel auf den Ausfall von Links (L) durch Neufestsetzung der Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) reagiert werden. Zudem ist die Einbeziehung weitere Bedingungen z.B. im Hinblick auf die Kapazität von Schnittstellen zu anderen Netzen oder spezielle Anforderung bei Übertragung priorisierten Verkehrs möglich.

Beschreibung

Zugangskontrolle bei paketorientierten Netzen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verkehrsbegrenzung in einem paketorientierten Netz.

Derzeit ist die Entwicklung von Technologien für paketbasierte Netze ein zentrales Betätigungsfeld für Ingenieure aus den Gebieten der Netztechnik, der Vermittlungstechnik und der Internet-Technologien.

Dabei steht das Ziel im Vordergrund, möglichst ein paketorientiertes Netz für beliebige Dienste verwenden zu können. Traditionell werden über paketorientierte Netze zeitunkritische Datenübertragungen vorgenommen, wie z.B. der Transfer von Dateien oder elektronischer Mail. Sprachübertragung mit Echtzeitanforderungen wird traditionell über Telefonnetze mit Hilfe von der Zeitmultiplextechnik abgewickelt. Man spricht in diesem Zusammenhang häufig auch von TDM (time division multiplexing) Netzen. Mit der Verlegung von Netzen mit hoher Bandbreite bzw. Übertragungskapazität ist neben der Daten- und Sprachübertragung auch die Realisierung von Bild-bezogenen Diensten in den Bereich des Machbaren gerückt. Übertragung von Videoinformationen in Echtzeit, z.B. im Rahmen von Video-on-demand Diensten oder Videokonferenzen, wird eine wichtige Kategorie von Diensten zukünftiger Netze sein.

Die Entwicklung zielt dahin, möglichst alle Dienste, datenbezogene, sprachbezogene und auf Videoinformationen bezogene, über ein paketorientiertes Netz durchführen zu können. Für die verschiedenen Anforderung bei der Datenübertragung im Rahmen der verschiedenen Dienste definiert man üblicherweise Dienstklassen. Die Übertragung mit einer definierten Dienstqualität (quality of service) vor allem bei Diensten mit Echtzeitanforderungen verlangt eine entsprechende Steuerung bzw. Kontrolle für die Paketübertragung über das Netz. Im

Englischen gibt es eine Reihe von Begriffen die sich auf die Kontrolle bzw. Steuerung des Verkehrs beziehen: traffic management, traffic conditioning, traffic shaping, traffic engineering, policing ect. Verschiedene Vorgehensweisen für eine Kontrolle bzw. Steuerung für den Verkehr eines paketorientierten Netzes sind in der einschlägigen Literatur beschrieben.

Bei ATM (asynchroneous transfer mode) Netzen wird für jede Datenübertragung auf der gesamten Übertragungsstrecke eine Reservierung vorgenommen. Durch die Reservierung wird das Verkehrsaufkommen beschränkt. Zur Überwachung findet abschnittsweise eine Überlastkontrolle statt. Eine eventuelle Verwerfung von Paketen wird nach Maßgabe des CLP-Bits (CLP: Cell loss priority) des Paketheaders vorgenommen.

Das Diff-Serv Konzept wird bei IP (internet protocol) Netzen angewendet und zielt auf eine bessere Dienstqualität für Dienste mit hohen Qualitätsanforderungen durch Einführung von Dienstklassen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch häufig von einem CoS (class of service) Modell. Das Diff-Serv Konzept ist in den von der IETF veröffentlichten RFCs mit den Nummern 2474 und 2475 beschrieben. Im Rahmen des Diff-Serv Konzepts wird mit Hilfe eines DS (Differentiated Services) Feldes im IP Header der Datenpakete durch Setzen des DSCP (DS codepoint) Parameters eine Priorisierung des Paketverkehrs vorgenommen. Diese Priorisierung erfolgt mit Hilfe einer „per hop" Ressourcenallokation, d.h. die Pakete erfahren bei den Knoten je nach der im DS Feld durch den DSCP Parameter festgelegten Dienstklasse (class of service) eine unterschiedliche Behandlung. Die Kontrolle bzw. Steuerung des Verkehrs wird also nach Maßgabe von den Dienstklassen vorgenommen. Das Diff-Serv Konzept führt zu einer privilegierten Behandlung von dem Verkehr priorisierter Dienstklassen, nicht jedoch zu einer zuverlässigen Kontrolle des Verkehrsvolumens.

Ein anderer Ansatz für im Hinblick auf eine quality of service Übertragung über IP Netze ist durch das RSVP (resource reservation protocol) gegeben. Bei diesem Protokoll handelt es sich um ein Reservierungsprotokoll, mit dessen Hilfe eine Bandbreitenreservierung entlang eines Pfades vorgenommen wird. Über diesen Pfad kann dann eine quality of service (QoS) Übertragung stattfinden. Das RSVP Protokoll wird zusammen mit dem MPLS (multi protocol label switching) Protokol eingesetzt, das virtuelle Pfade über IP Netze ermöglicht. Für eine Garantie der QoS Übertragung wird in der Regel entlang des Pfades das Verkehrsaufkommen kontrolliert und gegebenenfalls beschränkt. Durch die Einführung von Pfaden verliert man jedoch viel von der ursprünglichen Flexibilität von IP Netzen.

Zentral für Garantien von Übertragungsqualitätsparametern ist eine effiziente Kontrolle des Verkehrs. Bei einer Kontrolle des Verkehrsaufkommen im Rahmen von Datenübertragung über paketorientierte Netze ist zudem auf eine hohe Flexibilität und geringe Komplexität bei der Datenübertragung zu achten, wie sie z.B. IP Netze in hohem Maße aufweisen. Diese Flexibilität bzw. geringe Komplexität geht bei der Verwendung des RSVP Protokolls mit einer Ende-zu-Ende Pfadreservierung jedoch zu einem großen Teil wieder verloren. Andere Verfahren wie Diff-Serv führen zu keinen garantierten Dienstklassen.

Die Erfindung hat zur Aufgabe, eine effiziente Verkehrskontrolle für ein paketorientiertes Netz anzugeben, das die Nachteile herkömmlicher Verfahren vermeidet.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Verkehrsbegrenzung in einem paketorientierten Netz nach Anspruch 1 gelöst.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahren werden für eine Gruppe von über das Netz zu übertragenden Datenpaketen eines Flows zwei Zulässigkeitsprüfungen durchgeführt. Die erste Zulässigkeitsprüfung wird mit Hilfe eines Grenzwertes für den

über den Netzeingangsknoten des Flows geleiteten Verkehr und die zweite mit Hilfe eines Grenzwertes für den über den Netzausgangsknoten des Flow geleiteten Verkehr durchgeführt. Die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen wird nicht zugelassen, wenn ein Zulassen der Übertragung zu einem einen der beiden Grenzwerte überschreitenden Verkehrsaufkommen führen würde.

Die beiden Zulässigkeitsprüfungen werden beispielsweise bei dem Netzeingangs- und Netzausgangsknoten des Flows durchgeführt. In diesem Fall wird beispielsweise das Ergebnis bezüglich des über den Netzausgangsknoten geleiteten Verkehrs dem Netzeingangsknoten übermittelt, um dort aufgrund der Ergebnisse beider Zulässigkeitsprüfungen die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen zu erlauben oder nicht zu erlauben.

Bei dem paketorientiertem Netz kann es sich auch um ein Teilnetz oder Subnetz handeln. In IP (Internet Protocol) Systemen gibt es z.B. Netzarchitekturen, bei denen das Gesamtnetz in „autonome Systeme" bzw. „autonomous system" genannte Netze unterteilt ist. Das erfindungsgemäße Netz kann z.B. ein autonomes System oder der Teil des Gesamtnetzes im Zuständigkeitsbereich eines Dienstanbieters (z.B. ISP: internet service provider) sein. Im Falle eines Teilnetzes können über eine Verkehrskontrolle in den Teilnetzen und eine effiziente Kommunikation zwischen den Teilnetzen Dienstparameter für eine Übertragung über das Gesamtnetz festgelegt werden.

Der Begriff „Flow" wird üblicherweise verwendet, um den Verkehr zwischen einer Quelle und einem Ziel zu bezeichnen. Hier bezieht sich Flow auf den Eingangsknoten und den Ausgangsknoten des paketorientierten Netzes, d.h. alle Pakete eines Flows im Sinne unseres Sprachgebrauchs werden über den selben Eingangsknoten und denselben Ausgangsknoten übertragen. Die Gruppe von Paketen ist beispielsweise einer Verbindung (bei einer TCP/IP Übertragung definiert durch IP Adresse und Port-

nummer von Ausgangs- und Zielprozess) und/oder einer Dienstklasse zugeordnet.

Eingangsknoten des paketorientierten Netzes sind Knoten, über die Pakete in das Netz geleitet werden; Ausgangsknoten sind Knoten des Netzes, über die Pakete das Netz verlassen. In der englischsprachigen Literatur spricht man häufig von ingress nodes und egress nodes. Beispielsweise kann ein Netz gegeben sein, das Randknoten und innere Knoten umfasst. Wenn z.B. über alle Randknoten des Netzes Pakete in das Netz gelangen oder das Netz verlassen können, wären in diesem Falle die Randknoten des Netzes sowohl Netzeingangsknoten sowie Netzausgangsknoten.

Ein erfindungsgemäßer Zulässigkeitstest kann durch eine Kontrollinstanz in einem Knoten oder den Knoten vorgeschalteten Rechnern durchgeführt werden. Eine Kontrollinstanz kann dabei für mehrere Knoten Kontrollfunktionen übernehmen.

Durch die erfindungsgemäße Zulässigkeitsprüfung wird das Verkehrsaufkommen innerhalb des Netzes kontrolliert. Bei einer erfindungsgemäßen Behandlung für den gesamten Verkehr, der über das Netz geleitet wird, dass ein Gesamtverkehrsaufkommen erwächst, das zu einer Überlast im Netz und damit zu Verzögerungen und Paketverwerfungen führen würde. Bei bekannter Verkehrsverteilung im Netz können die Grenzen für die Zulässigkeitsprüfungen so gewählt werden, dass auf keiner Teilstrecke Überlastprobleme auftreten.

Die Beschränkung des Verkehrsaufkommen kann im Sinne einer Übertragung mit ausgehandelten Dienstqualitätsmerkmalen (SLA: service level agreements) vorgenommen werden, z.B. nach Maßgabe der Priorisierung des Verkehrs.

Für eine Garantie für Dienste mit QoS Datenübertragung ist es wichtig, das gesamte Verkehrsaufkommen innerhalb des Netzes zu kontrollieren. Dieses Ziel kann erreicht werden, indem für

alle Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten Grenzwerte für den über die Knoten geleiteten Verkehr festgesetzt werden. Die Grenzwerte für den über Eingangs- und Ausgangsknoten geleiteten Verkehr können mit Werten für das maximale Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken (häufig auch Links genannt) in Zusammenhang gesetzt werden. Der maximale Wert für das Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken wird sich dabei im Allgemeinen nicht nur nach der Bandbreite, sondern auch nach der verwendeten Netzwerktechnologie richten. Z.B. wird in der Regel zu berücksichtigen sein, ob es sich um ein LAN (Local area Network), ein MAN (Metropolitan Area network), ein WAN (Wide Area network) bzw. ein Backbone-Netzwerk handelt. Andere Parameter als die Übertragungskapazität, wie z.B. Verzögerungen bei der Übertragung, müssen z.B. für Netze für Echtzeitanwendungen mitberücksichtigt werden. Beispielsweise ist ein Auslastungsgrad nahe bei 100% für LAN mit CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access (with) Collision Detection) mit Verzögerungen verbunden, die Echtzeit-Anwendungen in der Regel ausschließen. Aus den maximalen Werten für das maximale Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken lassen sich dann die Grenzwerte für den über die Eingangs- und Ausgangsknoten geleiteten Verkehr festlegen.

Der Zusammenhang zwischen die Grenzwerte für den über die Eingangs- und Ausgangsknoten geleiteten Verkehr und dem Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken des Netzes basiert in der bevorzugten Ausgestaltung auf dem für Paare von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten anteilsmäßigen Verkehrsaufkommen über die einzelnen Teilstrecken des Netzes. Die für die Paare von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten anteilsmäßigen Verkehrsaufkommen über die einzelnen Teilstrecken des Netzes können anhand von Erfahrenswerten oder bekannten Eigenschaften von Knoten und Links ermittelt werden. Möglich ist auch, das Netz auszumessen, um diese die anteilsmäßigen Verkehrsaufkommen über die einzelnen Teilstrecken in Abhängigkeit von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten zu er-

halten. In der Verkehrstheorie spricht man in diesem Zusammenhang von der Verkehrsmatrix.

Die Erfindung hat den Vorteil, dass Informationen für die Zugangskontrolle nur bei Eingangs- und Ausgangsknoten vorgehalten werden müssen. Diese Informationen umfassen für einen Eingangsknoten bzw. Ausgangsknoten z.B. die Grenzwerte und aktuellen Werte für den über den jeweiligen Knoten geleiteten Verkehr. Der Umfang der Informationen ist beschränkt. Die Aktualisierung der Information ist wenig aufwändig. Die inneren Knoten brauchen hinsichtlich der Zulässigkeitskontrolle keine Funktionen übernehmen. Das Verfahren ist somit erheblich aufwandsärmer und hat einen niedrigeren Komplexitätsgrad als Verfahren, die für einzelne Teilstrecken Zulässigkeitskontrollen vorsehen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren wie ATM oder MPLS braucht innerhalb des Netzes kein Pfad reserviert zu werden.

ES kann ein Zusammenhang zwischen den Verkehrsaufkommen zwischen Paaren von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten und dem Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken des Netzes hergestellt werden. Mittels der Werte für ein maximales Verkehrsaufkommen auf den Teilstrecken des Netzes können Grenzen für das Verkehrsaufkommen zwischen den Paaren von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten sowie Grenzwerte für den über die Netzeingangsknoten geleiteten Verkehr und über die Netzausgangsknoten geleiteten Verkehr bestimmt werden.

Der Zusammenhang zwischen den Verkehrsaufkommen zwischen Paaren von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten und dem Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken des Netzes kann als Optimierungsproblem mit Randbedingungen bzw. Nebenbedingungen in Form von Ungleichungen hergestellt werden. Dabei fließt das anteilsmäßige Verkehrsaufkommen über die einzelnen Teilstrecken des Netzes zur Formulierung des Zusammenhangs zwischen den Verkehrsaufkommen zwischen Paaren von Netzeingangsknoten

und Netzausgangsknoten und dem Verkehrsaufkommen auf Teilstrecken des Netzes ein.

Diese Formulierung erlaubt zusätzlich, weitere Kriterien in Form von Ungleichungen in die Bestimmung der Grenzen bzw. Grenzwerte für die Zulässigkeitsprüfungen aufzunehmen. Es können z.B. bei der Bestimmung von Grenzen bzw. Grenzwerten für die Zulässigkeitsprüfungen Bedingungen in Form von Ungleichungen aufgenommen werden, die ein geringes Verkehrsaufkommen von hochpriorisierten Verkehr auf Teilstrecken mit größeren Verzögerungszeiten bedingen. Ein anderes Beispiel ist das eines Ausgangsknoten, über den Pakete zu mehreren Eingangsknoten von anderen Netzen übertragen werden können, d.h. der Ausgangsknoten hat Schnittstellen zu mehreren anderen Netzen. Wenn Eingangsknoten eines der nachfolgenden Netze ein geringeres Datenvolumen als der Ausgangsknoten bearbeiten kann, kann durch eine weitere Nebenbedingung in Form einer Ungleichung sicher gestellt werden, dass der über den Ausgangsknoten zu dem Eingangsknoten geleitete Verkehr dessen Kapazität übersteigt.

In einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zusätzlich eine weitere Zulässigkeitsprüfung vorgesehen, wobei die Zulässigkeitsprüfung mit Hilfe eines Grenzwertes für das Verkehrsaufkommen zwischen dem Netzeingangsknoten und dem Netzausgangsknoten des Flows durchgeführt wird. Die Gruppe von Datenpaketen wird zugelassen, wenn alle drei Prüfungen positiv ausfallen. Zu diesem Zweck kommunizieren die Prüfungsinstanzen miteinander, um mit Hilfe der Ergebnisse der einzelnen Zulässigkeitsprüfungen eine Entscheidung bezüglich der Übertragung der Gruppe von Datenpaketen herbeizuführen.

Entsprechend einer Weiterbindung der Erfindung werden bei Ausfall einer Teilstrecke die Grenzen bzw. Grenzwerte für die Zulässigkeitsprüfung bzw. die Zulässigkeitsprüfungen neu mit der Bedingung festgesetzt werden, dass über die ausgefallene Teilstrecke keine Pakete übertragen werden. Durch die erneute

Festsetzung der Grenzen wird erreicht, dass über andere Links der Verkehr geleitet wird, der sonst über den ausgefallenen Link übertragen worden wäre, ohne dass es zu einer Überlast durch den umgeleiteten Verkehr käme. Es kann so flexibel auf Ausfälle reagiert werden.

Ein vorsorglicher Schutz gegen Linkausfälle kann durch die Wahl der Grenzwerte bzw. Grenzen gewährleistet werden. Dabei werden für eine Mehrzahl von möglichen Störfällen jeweils Grenzen bzw. Grenzwerte bestimmt, bei denen das Verkehrsaufkommen auch im Störfall in einem zulässiger Rahmen bleibt, d.h. Parameter wie Laufzeitverzögerung und Paketverlustrate in durch die Qualitätsanforderungen für die Datenübertragung definierten Bereichen bleiben. Die Grenzen bzw. Grenzwerte werden dann auf das Minimum der Werte für die untersuchten Störfälle gesetzt. D.h. jeder der Störfälle ist durch die Wahl der Grenzen bzw. Grenzwerte abgefangen. Die Mehrzahl der Störfälle kann z.B. alle Ausfälle von Links umfassen.

Die genannten Zulässigkeitsprüfungen lassen sich auch in Abhängigkeit der Dienstklasse durchführen. Es ist beispielsweise denkbar, eine niedrig priorisierte Dienstklasse zu haben, bei der man Verzögerungen oder den Verwurf von Paketen in Kauf nimmt, wenn die Auslastung des Netzes hoch ist. Dagegen würden für hoch priorisierten Verkehr die Grenzen so gewählt werden, dass Garantien bezüglich Übertragungsqualitätsparameter übernommen werden können.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Figur im Rahmen eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Figur zeigt ein erfindungsgemäßes Netz. Randknoten sind durch gefüllte Kreise, innere Knoten durch nicht gefüllte Kreise gekennzeichnet. Links sind durch Verbindungen zwischen den Knoten dargestellt. Exemplarisch ist ein Eingangsknoten mit I, ein Ausgangsknoten mit E und ein Link mit L bezeichnet. Über den Link L wird ein Teil des Verkehrs zwischen den

Knoten I und E übertragen. Die Zulässigkeitsprüfungen bei dem Eingangsknoten I und bei dem Ausgangsknoten E stellen zusammen mit den Zulässigkeitsprüfungen bei anderen Randknoten sicher, dass keine Überlast bei dem Link L auftritt.

Im folgenden werden mathematische Zusammenhänge für das erfindungsgemäße Verfahren dargestellt. In der Praxis werden in der Regel Grenzen bzw. Grenzwerte in Abhängigkeit der maximalen Linkkapazitäten festgesetzt. Ob der einfacheren mathematischen Darstellung wird im folgenden der umgekehrte Fall betrachtet, d.h. in Abhängigkeit der Grenzen bzw. Grenzwerte die Dimensionierung der Links berechnet. Die Lösung des umgekehrten Problems kann dann mit numerischen Methoden erfolgen.

Für die folgende detailliertere Darstellung werden folgende Größen eingeführt:

c(L): das Verkehrsaufkommen auf dem Netzabschnitt (Link) L
aV(i,j,L): das anteilsmäßige Verkehrsaufkommen über den Link L des gesamten Verkehrsaufkommens zwischen dem Eingangsknoten i und dem Ausgangsknoten j,
Ingress(i): Der Grenzwert für den Verkehr über den Netzeingangsknoten i,
Egress(j): Der Grenzwert für den Verkehr über den Ausgangsknoten j,
$\delta(i,j)$: Das Verkehrsaufkommen zwischen dem Netzeingangsknoten i und dem Netzausgangsknoten j.

Es lassen sich nun folgende Ungleichungen formulieren:

Für alle i gilt

$$\sum \delta(i,j) \leq \text{Ingress}(i), \text{ Summe über alle } j. \quad (1)$$

Für alle j gilt

$$\sum \delta(i,j) \leq \text{Egress}(j), \text{ Summe über alle } i. \quad (2)$$

Für alle Links L gilt:

$c(L) = \sum \delta(i,j) \cdot aV(i,j,L)$, Summe über alle i und j. (3)

Mit Hilfe des Simplex-Algorithmus können für vorgegebene Werte von Ingress(i) und Egress(j) die maximalen c(L) berechnet werden, die die Ungleichungen (2) bis (4) erfüllen. Anders herum kann für einen Satz Grenzen bzw. Grenzwerte Ingress(i), Egress(j) und BBB(i,j) überprüft werden, ob auf einem Link L eine unzulässig hohe Last auftreten kann. Eine der zu hohen Last entgegenwirkende Änderung der Grenzen bzw. Grenzwerte kann in diesem Fall vorgenommen werden.

Das erfinderische Verfahren lässt auf einfache Weise zu, durch Änderung der Grenzen bzw. Grenzwerte auf Störungen zu reagieren. So kann bei dem Ausfall eines Links L der Zusammenhang diesen Link ausklammern (z.B. durch Nullsetzen aller aV(i,j,L) für diesen Link L). Durch die neue Formulierung des Zusammenhangs können abgeänderte Grenzen bzw. Grenzwerte ermittelt werden, die als Zulässigkeitskriterien Überlast innerhalb des Netzes verhindern.

Für die Ausgestaltung mit einer zusätzlichen Zulässigkeitsprüfungen Zulässigkeitsprüfung mit Hilfe eines Grenzwertes für das Verkehrsaufkommen zwischen Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten des lässt sich folgender mathematischer Zusammenhang formulieren:

Es gelten die obigen Definitionen. Zudem sei

BBB(i,j): die Grenze für das Verkehrsaufkommen zwischen dem Eingangsknoten i und dem Ausgangsknoten j,

Für alle 2-Tupel (i,j) gilt

$\delta(i,j) \leq BBB(i,j)$. (4)

Es gilt wieder (3). Die Optimierung erfolgt unter den Bedingungen (1), (2) und (4). Neu im Vergleich zu der ersten Formulierung des Problems sind die Bedingungen (4). Da bei der Formulierung des Problems mit den Bedingungen (4) mehr Bedingungen zu erfüllen sind, sind die maximalen Werte für c(L) kleiner oder gleich als bei der Lösung ohne die Bedingungen (4). Die zusätzlichen Bedingungen (4) schränken den Lösungsraum ein und führen bei gleichen Werten für die Ingress(i) und Egress(j) zu kleineren Werten c(L) hinsichtlich der Dimensionierung der Links L. Bei der Umkehrung des Problems führen folglich bei gleichen vorgegebenen Werten für die maximale Kapazität c(L) der Links L die Bedingungen (4) in der Regel zu größeren Werten für die Ingress(i) und Egress(j). Man hat daher mehr Flexibilität bei der Festsetzung der Grenzen, und damit bezüglich der optimalen Auslastung des Netzes.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verkehrsbegrenzung in einem paketorientierten Netz mit einer Mehrzahl von Teilstrecken (L), bei dem
- für eine Gruppe von über das Netz zu übertragenden Datenpaketen eines Flows zwei Zulässigkeitsprüfungen durchgeführt werden,
- die erste Zulässigkeitsprüfung mit Hilfe eines Grenzwertes (Ingress(i)) für den über den Netzeingangsknoten (I) des Flows geleiteten Verkehr und die zweite mit Hilfe eines Grenzwertes (Egress(j)) für den über den Netzausgangsknoten (E) des Flows geleiteten Verkehr durchgeführt wird, und
- die Übertragung der Gruppe von Datenpaketen nicht zugelassen wird, wenn ein Zulassen der Übertragung zu einem einen der beiden Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) überschreitenden Verkehr führen würde.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
- dass für alle Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) für den über den jeweiligen Knoten geleiteten Verkehrs festgesetzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
- dass ein Zusammenhang zwischen den Grenzwerten (Ingress(i), Egress(j)) für den über Netzeingangsknoten bzw. Netzausgangsknoten geleiteten Verkehr mit dem Verkehrsaufkommen (c(L)) auf Teilstrecken (L) des Netzes hergestellt wird, und
- dass mittels von Werten für ein maximales Verkehrsaufkommen auf den Teilstrecken (L) des Netzes die Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) für den über die Netzeingangsknoten bzw. Netzausgangsknoten geleiteten Verkehr festgesetzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,

- dass für Paare ((i,j)) von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten das anteilsmäßige Verkehrsaufkommen (aV(i,j,L)) über die einzelnen Teilstrecken (L) des Netzes ermittelt wird, und
- dass der Zusammenhang zwischen den Grenzwerten (Ingress(i), Egress(j)) für den über die Netzeingangsknoten bzw. Netzausgangsknoten geleiteten Verkehr mit dem Verkehrsaufkommen (c(L)) auf Teilstrecken (L) des Netzes mit Hilfe der Werte für das anteilsmäßige Verkehrsaufkommen (aV(i,j,L)) über die einzelnen Teilstrecken (L) des Netzes hergestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass ein Zusammenhang zwischen den Verkehrsaufkommen (δ(i,j)) zwischen Paaren von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten und dem Verkehrsaufkommen (c(L)) auf Teilstrecken (L) des Netzes mit Hilfe von Ungleichungen hergestellt wird,
- und eine Optimierungsverfahren für das Verkehrsaufkommen (c(L)) auf Teilstrecken (L) des Netzes durchgeführt wird, wobei
-- die Ungleichungen als Nebenbedingungen für die Optimierung verwendet werden, und
-- das anteilsmäßige Verkehrsaufkommen (aV(i,j,L)) über die einzelnen Teilstrecken (L) des Netzes zur Formulierung des Zusammenhangs zwischen den Verkehrsaufkommen (δ(i,j)) zwischen Paaren ((i,j)) von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten und dem Verkehrsaufkommen (c(L)) auf Teilstrecken (L) des Netzes verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- dass zusätzlich eine weitere Zulässigkeitsprüfung durchgeführt werden, wobei die Zulässigkeitsprüfung mit Hilfe eines Grenzwertes (BBB(i,j)) für das Verkehrsaufkommen (δ(i,j)) zwischen dem Netzeingangsknoten (I) und dem Netzausgangsknoten (E) des Flows durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
- dass ein Zusammenhang zwischen den Verkehrsaufkommen ($\delta(i,j)$) zwischen Paaren ((i,j)) von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten und dem Verkehrsaufkommen (c(L)) auf Teilstrecken (L) des Netzes hergestellt wird, und
- dass mittels Werten für ein maximales Verkehrsaufkommen auf den Teilstrecken (L) des Netzes Grenzen (BBB(i,j)) für das Verkehrsaufkommen zwischen den Paaren ((i,j)) von Netzeingangsknoten und Netzausgangsknoten sowie Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) für den über die Netzeingangsknoten geleiteten Verkehr und über die Netzausgangsknoten geleiteten Verkehr festgesetzt werden.

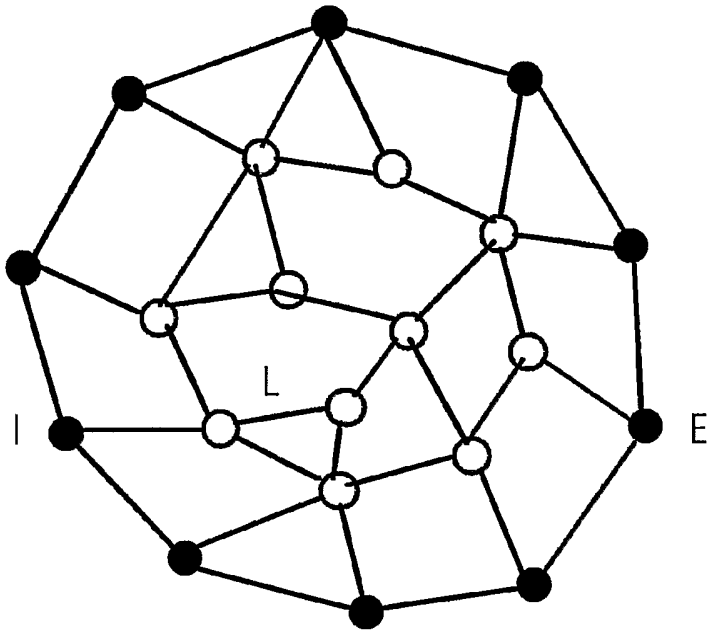
8. Verfahren nach einem der vorhergehende Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Ausfall einer Teilstrecke (L) die Grenzen (BBB(i,j)) bzw. Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) für die Zulässigkeitsprüfung bzw. die Zulässigkeitsprüfungen neu mit der Bedingung festgesetzt werden, dass über die ausgefallene Teilstrecke (L) keine Pakete übertragen werden.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass für zumindest eine Zulässigkeitsprüfung von der Dienstklasse der Gruppe von Paketen abhängige Grenzen (BBB(i,j)) bzw. Grenzwerte (Ingress(i), Egress(j)) verwendet werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
- dass für eine Mehrzahl von möglichen Störfällen jeweils Grenzen bzw. Grenzwerte bestimmt werden, bei denen das Verkehrsaufkommen auch im Störfall in einem zulässigen Rahmen bleibt, und
- dass die Grenzen bzw. Grenzwerte auf das Minimum der Werte für die untersuchten Störfälle gesetzt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

- dass wenigstens ein weiterer Zusammenhang mit Hilfe einer Ungleichung hergestellt wird, der eine Verkehrsbeschränkung auf eine Teilstrecke (L) des Netzes oder einer von dem Netz wegführenden Teilstrecke (L) ausdrückt, und
- dass das Optimierungsverfahren unter dieser weiteren Nebenbedingung durchgeführt wird.


L
I
E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr I Application No
PCT/DE 03/02737

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 227 624 A (ALCATEL USA SOURCING LP) 31 July 2002 (2002-07-31) abstract paragraphs '0009!,'0010!,'0044!,'0046!,'0051!,'0063!, '0065! ---	1
A	EP 1 168 755 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 2 January 2002 (2002-01-02) abstract; claims 1,4,5,8,9,12; figure 2 paragraphs '0008!,'0011!-'0013!,'0020! -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 February 2004	24/02/2004

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Matos, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Interr al Application No
PCT/DE 03/02737

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1227624 A	31-07-2002	US 2002107908 A1	08-08-2002
		EP 1227624 A2	31-07-2002
EP 1168755 A	02-01-2002	EP 1168755 A1	02-01-2002
		AU 6452101 A	02-01-2002
		WO 0199357 A1	27-12-2001
		US 2002003779 A1	10-01-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern les Aktenzeichen
PCT/DE 03/02737

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04L12/56

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 227 624 A (ALCATEL USA SOURCING LP) 31. Juli 2002 (2002-07-31) Zusammenfassung Absätze '0009!,'0010!,'0044!,'0046!,'0051!,'0063!, '0065!	1
A	EP 1 168 755 A (ERICSSON TELEFON AB L M) 2. Januar 2002 (2002-01-02) Zusammenfassung; Ansprüche 1,4,5,8,9,12; Abbildung 2 Absätze '0008!,'0011!-'0013!,'0020!	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Februar 2004	24/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Matos, N

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern es Aktenzeichen
PCT/DE 03/02737

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1227624	A	31-07-2002	US 2002107908 A1		08-08-2002
			EP 1227624 A2		31-07-2002
EP 1168755	A	02-01-2002	EP 1168755 A1		02-01-2002
			AU 6452101 A		02-01-2002
			WO 0199357 A1		27-12-2001
			US 2002003779 A1		10-01-2002