



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 37 537 T2** 2008.03.06

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 017 203 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 37 537.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 204 075.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **01.12.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.07.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.03.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04L 29/06** (2006.01)

**H04L 12/26** (2006.01)

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 29/08** (2006.01)

**H04L 12/56** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**221778                      28.12.1998                      US**

(73) Patentinhaber:

**Nortel Networks Ltd., St. Laurent, Quebec, CA**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Wallach, Koch & Partner, 80339  
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Davies, Elwyn Brian, Ely, Cambridgeshire CB7  
5AW, GB; Chapman, Alan Stanley John, Kanata,  
Ontario, CA**

(54) Bezeichnung: **Überwachung von Internet unterschiedlichen Diensten für Transaktionsverwendungen**

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**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und Vorrichtung zum Messen und Steuern der Last, die von einem Telekommunikations-System für Transaktions-Anwendungen übertragen wird, und ein System, das dieses bzw. diese beinhaltet.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Paketvermittelte Netzwerke erzielen eine sehr hohe Geschwindigkeit dadurch, dass der Umfang der Interpretation jedes Paketes an Knoten im Kern des Netzwerkes auf ein Minimum gehalten wird. Allgemein müssen zwei Entscheidungen über das Paket an jedem Knoten getroffen werden, an dem es eintrifft: an welche Ausgangs-Verbindungsstrecke es zu lenken ist; und welche Behandlung (beispielsweise Prioritätsbehandlung) ihm in dem Knoten gegeben werden sollte, sowohl absolut als auch verglichen mit anderen Paketen.

**[0003]** In Produktions-Netzwerken, die die Internet-Protokoll-Version 4 (IPv4) verwenden, beruhen die Entscheidungen bis in sehr neuer Zeit auf einer sehr beschränkten Teilmenge der Felder in dem IP-Kopffeld. Typischerweise wird die Ausgangs-Entscheidung ausschließlich auf der Grundlage der Ziel-Adresse getroffen. Behandlungen innerhalb eines Knotens sind auf zwei Klassen der Prioritätsbehandlung für normalen Datenverkehr und Netzwerk-Steuerverkehr auf der Grundlage von zwei unterschiedlichen Werten des Präzedenz-Feldes (Teil des Dienst-Typ-(ToS-)Oktettes) beschränkt. Netzwerk-Steuerverkehr, der vollständig von Administrations- und Betriebs-Mechanismen des Netzwerkes anstatt durch Benutzer erzeugt wird, wird typischerweise die absolute Priorität gegenüber allen anderen Verkehr gegeben. Der gesamte Benutzerverkehr (der Rest) wird identisch behandelt. Normalerweise werden keine Garantien hinsichtlich der Zustellung des Verkehrs gegeben, und der den Benutzern dieser Netzwerke gebotene Dienst wird als Dienst „besten Bemühens“ beschrieben.

**[0004]** Somit wird in jedem Knoten (Router, Host-Arbeitsstation) der Pakete in einem IPv4 lenkt oder weiterleitet, jedes Paket, das an einer ankommenden oder Eintritts-Schnittstelle ankommt, wie folgt behandelt:

- Das Paket wird von der ankommenden Schnittstelle gelesen.
- Das Ziel-Adressenfeld und wahlweise das Diensttyp-(ToS-)Feld werden von dem Paket abgeleitet.
- Das Ziel-Adressenfeld und wahlweise das ToS-Feld werden als Indizes in einer Weiterleitungstabelle verwendet, die mit Hilfe der dynamischen Routenführungs-Protokolle konstruiert wird, um die korrekte Ausgangs-Verbindungsstrecke für das Paket zu finden. Die Routenführung in Abhängigkeit von den Inhalten des ToS-Feldes ist derzeit äußerst ungewöhnlich, obwohl sie im Prinzip seit der frühen Definition des IP verfügbar ist.
- Wenn der Knoten in der Lage ist, eine unterschiedliche Behandlung von Paketen, die an einen vorgegebenen Ausgang gelenkt werden, bereitzustellen, so wird das ToS-Feld inspiziert, um die zu erteilende Behandlung zu bestimmen. Typischerweise wird eine unterschiedliche Behandlung auf der Grundlage des Präzedenz-Wertes in dem ToS-Feld ausgeführt, und sie kann auf zwei unterschiedliche Klassen der Behandlung beschränkt sein, eine für Netzwerk-Steuerverkehr (eine kleine, jedoch vitale Komponente) und eine zweite für normalen Verkehr (den Rest); die Klassen des Verkehrs werden in einem Satz von getrennten, die zuerst ankommenden Daten als erstes ausgebenden (FIFO-)Warteschlangen gelenkt, die jedem Ausgang zugeordnet sind.
- Die Pakete werden in die verfügbare Ausgangs-Bandbreite von den Warteschlangen aus entsprechend einem Ablaufsteuerungs-Algorithmus ablaufgesteuert eingeführt. Typischerweise ist dies ein absoluter Prioritäts-Mechanismus, bei dem irgendeinem Netzwerk-Steuerpaket die absolute Priorität gegenüber jedem normalen Datenpaket gegeben wird: wenn es irgendwelche wartenden Netzwerk-Steuerpakete gibt, wenn ein Schlitz auf der Ausgangs-Verbindungsstrecke verfügbar ist, so wird das Paket an dem Kopf der Netzwerk-Steuerverkehr-Warteschlange bevorzugt gegenüber irgendwelchen wartenden normalen Paketen auf die Verbindungsstrecke ausgegeben, und das Paket wird aus der Warteschlange entfernt. Anderenfalls wird, wenn ein Paket auf der normalen Datenverkehr-Warteschlange wartet, dieses Paket ausgegeben und aus der Warteschlange entfernt.

**[0005]** Einige heutige Router schließen komplexere Mechanismen ein, wie zum Beispiel zusätzliche Klassifizierungs-, Filter-, Warteschlangenbildungs- und Ablaufsteuerungs-Mechanismen ein, doch gibt es keine Gleichförmigkeit, wie diese Einrichtungen aufgerufen werden, und sie werden nicht in weitem Umfang in Produktions-Netzwerken eingesetzt.

**[0006]** Die beschränkten Fähigkeiten vorhandener IP-Netzwerke hinsichtlich ihrer Möglichkeiten zur Unterscheidung von Klassen von Verkehr beschränken die Fähigkeiten von Netzwerk-Betreibern, ihren Kunden Dienste mit verbesserter Dienstgüte (QoS) anzubieten. Unter QoS verstehen wir solche Dinge, wie Beschränkungen hinsichtlich der Verzögerung, die ein Paket erfährt, die Änderungen der Verzögerung, die ein Paket erfährt, und die relative Priorität von Paketen einer bestimmten Klasse, und die Menge an Bandbreite, die für eine Klasse von Paketen verfügbar ist, die durch ein Netzwerk hindurchlaufen.

**[0007]** Es wird klar, dass bestimmte Kunden und Arten von Anwendungen einen Dienst benötigen (und Kunden bereit wären, hierfür zu zahlen) der eine Verbesserung gegenüber dem vorhandenen Dienst besten Bemühens ist.

**[0008]** Eine der Gruppen von Diensten, die wahrscheinlich am meisten von Benutzern eines IP-Datennetzwerkes benutzt werden, sind Transaktions-Dienste. Transaktions-Dienste schließen ohne Beschränkung hierauf Zugriffe auf das Web (weltweite Datennetz) und Fern-Prozedur-Anrufe ein, die beispielsweise einen interaktiven Datenbank-Zugriff einschließen. Transaktions-Dienste sind eine Hauptkomponente – vielleicht bis zu 70% – des heutigen Datenverkehrs.

**[0009]** In einem IP-Paket-Vermittelten Datennetzwerk werden alle Daten in Form von IP-„Datagrammen“ übertragen. Ein IP-Datagramm ist ein Paket, das aus einem IP-Kopffeld und IP-Nutzdaten besteht, wie dies in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

**[0010]** Das IP-Kopffeld liefert die gesamte Information, die zur Routenführung des Paketes über das Netzwerk benötigt wird.

**[0011]** IP-Datagramme werden zur Übertragung von Information von einer Vielzahl von unterschiedlichen Protokollen über das Netzwerk verwendet (das verwendete Protokoll wird durch ein spezielles Bit-Muster in dem Protokoll-Feld des IP-Kopffeldes angegeben). Eines dieser Protokolle ist das Transport-Steuerprotokoll (TCP) eines zuverlässigen Byte-Strom-Transportprotokolls. In diesem Fall bestehen die IP-Nutzdaten aus einem TCP-Kopffeld und den TCP-Benutzer-Nutzdaten. TCP wird als das Transport-Protokoll für einen großen Anteil des gesamten Benutzerverkehrs verwendet, der über IP-Netzwerke übertragen wird.

**[0012]** Das TCP-Kopffeld wird zur Übertragung von Information verwendet, die es der empfangenden Station ermöglicht, den ausgesandten Byte-Strom zu rekonstruieren, wodurch die gewünschte Zuverlässigkeit der Zustellung erreicht wird. Pakete, die an dem Empfangsende einer Verbindung erfolgreich empfangen werden, werden positiv durch das Senden einer speziellen Bestätigung zurück zum Ursprung des Paketes bestätigt.

**[0013]** Eine grundlegende Charakteristik des TCP besteht in seiner Fähigkeit, die Rate des Datenstroms über ein Netzwerk anzupassen, um eine nahezu optimale Nutzung der verfügbaren Netzwerk-Bandbreite zu schaffen. TCP passt seine Übertragungsrate an die verfügbare Bandbreite dadurch an, dass:

- es seine Übertragungsrate als Antwort auf den erfolgreichen Empfang und die Bestätigung der Pakete vergrößert
- es eine Übertragungsrate als Antwort auf fehlende Bestätigungen verringert, was Paketverluste (typischerweise aufgrund einer Netzwerküberlastung) anzeigt.

**[0014]** Im Normalbetrieb beginnt die Datenstrom-Rate eines TCP-Datenstroms mit einem niedrigen Wert und steigt rampenförmig über eine „langsame Startphase“ und eine „Überlast-Vermeidungs-Phase“ bis zu einem Maximalwert an, während die ersten wenigen Pakete bestätigt werden. Zu irgendeinem Punkt bei diesem anfänglichen rampenförmigen Anstieg wurden entweder alle Daten ausgesandt, oder ein Paket ist verloren gegangen. Wenn ein Paket verloren gegangen ist (was durch fehlende Bestätigungen angezeigt wird), so wird die Datenstrom-Rate um 50% verringert, und der rampenförmigen Anstieg wird erneut von diesem verringerten Wert gestartet.

**[0015]** Wenn mehrfache Pakete verloren gehen, so wird der Datenstrom auf ein Minimum verringert, und der gesamte Prozess wiederholt sich nach einer Verzögerung, die so ausgelegt ist, dass sich das Netzwerk von der Überlastung erholen kann, die die verworfenen Pakete hervorgerufen hat.

**[0016]** Typische Transaktions-Dienste öffnen eine zuverlässige TCP-Byte-Strom-Verbindung von einem Klienten zu einem Server und geben eine „Anforderung“ ab, die in der Größenordnung von wenigen zehn bis zu einigen hundert Byte lang ist (das heißt ein oder zwei Pakete). Die Anforderung wird von dem Klienten an einen Server gesandt, der die Anforderung verarbeitet, irgendeine örtliche Operation ausführt und dann irgendwel-

che „Antwort“-Daten zurück liefert, die sich von einigen wenigen Bytes (wie zum Beispiel ein Erfolg-Code) bis zu einigen zehn Kilobyte (wie zum Beispiel ein Bild für eine Web-Seite) über eine Periode von beispielsweise wenigen hundert Millisekunden bis 20 Sekunden ändern können.

**[0017]** Ein Problem bei der Integration derartiger Transaktions-Dienste in die neuesten Standard-QoS-Schemas besteht darin, dass der Zusatzaufwand für die Reservierung von Ressourcen zum Garantieren der Zustellung von Daten gegenüber der Größe der zugestellten Daten und der beschränkten Dauer der Verbindung unproportional ist. Jede Transaktion oder ein kleiner Satz von Transaktionen benötigt wahrscheinlich eine getrennte Reservierung, insbesondere im Fall des Dienstes eines Zugriffs auf das weltweite Datennetz.

**[0018]** Ein weiteres Problem besteht darin, dass die kurze Dauer des Datenstroms, die mit einer Anforderung oder Antwort verbunden ist, es den konventionellen Datenstrom-Algorithmen von TCP nicht ermöglicht, einen stetigen Zustand zu erreichen, dies wirkt in dem Sinne, dass ein Datenstrom als „fragil“ kategorisiert wird: der Verlust eines einzelnen Paktes setzt den TCP-Datenstrom-Steuer-Algorithmus auf die langsame Start-Betriebsweise zurück mit einer entsprechenden Auswirkung auf den Durchsatz der Verbindung. Im Gegensatz hierzu verläßt sich ein gut ausgebildeter Datenstrom auf wenige verworfenen Pakete, um die verwendete Bandbreite zu steuern, und das TCP ist so ausgelegt, dass es mit gelegentlich verworfenen Paketen fertig wird, sobald ein stetiger Zustand ausgebildet wurde.

**[0019]** Ein drittes Problem besteht darin, dass es die von Natur aus gegebene Burst-Eigenart von von dem Menschen ausgehenden Wechselwirkungen (beispielsweise Zugriffen auf das weltweite Datennetz) es schwierig macht, einen Dienst einzusetzen, der es dem Netzwerk ermöglicht, die Last derartiger Transaktionen zu steuern oder vorherzusagen und damit einen vorhersagbaren Dienst für diese zu bieten.

**[0020]** Weiterhin machen die im Wesentlichen zufälligen Ziele, die an derartige Zugriffe auf das weltweite Datennetz gelenkt werden, die Bereitstellung derartiger Dienste schwierig.

**[0021]** Die US 5390188 beschreibt ein Betriebsleistungs-Mess-, Kommunikationsfehler-Detektions- und Fehlerisolations-System für ein Ring-basiertes Kommunikations-Netzwerk. Das System schließt Mechanismen und Verfahren ein, die in jeder Port-Logik-Einrichtung eines Kommunikations-Netzwerkes betreibbar sind, um die Anzahl von Mitteilungs-Paketen, die in dem Netzwerk verloren gehen, gegenüber der Anzahl von Mitteilungs-Paketen zu zählen, deren Verlust an dem speziellen Port oder der damit verbundenen Kommunikations-Station auftritt. Das Ergebnis ist eine generische Verlust-Metrik für diesen speziellen Port. Positive Zählungen stellen Pakete dar, die in den verbleibenden (das heißt den speziellen Port nicht einschließenden) Teil des Netzwerkes verloren gehen, während negative Zählungen Pakete darstellen, die an dem Port oder seiner damit verbundenen Station verloren gehen. Das System schließt weiterhin Ausführungsformen ein, bei denen die vorstehenden Fähigkeiten für eine Gruppe von Ports bereitgestellt werden, jedoch lediglich für Mitteilungen, die eine bestimmte Ziel-Adresse als Ursprung des Paketes enthalten (das heißt eine Ziel-Verlust-Metrik). Eine Quellen-Adressen-Ausführungsform ist vorgesehen, so dass individueller Port lediglich auf Mitteilungen anspricht, die die Adresse seiner damit verbundenen Station enthalten. Wenn die mit ihm verbundene Einrichtung eine einzige Station ist, so wird durch Berechnen der Differenz zwischen der generischen Verlust-Metrik und der Quellen-Adressen-Verlust-Metrik für einen vorgegebenen Port die Verlust-Metrik für eine einzige angeschlossene Station bestimmt. Durch Übertragung jedes Verlust-Metrik-Ergebnisses an eine zentrale NMS und Analysieren der Ergebnisse der generischen Verlust-Metriken in dieser können einzelne und mehrfache Fehler innerhalb des Kommunikations-Netzwerkes festgestellt und isoliert werden. Doppeladressen-Durchgangs-Verbindungsfehler und Duplikat-Adressenfehler-Konfigurationen können ebenfalls durch das System isoliert werden.

#### Ziel der Erfindung

**[0022]** Die Erfindung ist auf die Schaffung eines verbesserten Verfahrens und einer Vorrichtung zur Ableitung einer Messung der Verkehrs-Last für ein Netzwerk unter Berücksichtigung der von Natur aus gegebenen Burst-Charakteristik von vom Menschen herbeigeführten Wechselwirkungen gerichtet.

**[0023]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine entsprechende Vorrichtung, ein System und ein Computerprogramm nach den Ansprüchen 12, 14 und 15 gelöst.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0024]** Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Überwachung

des Telekommunikations-Netzwerk-Verkehrs geschaffen, das die Folgenden Schritte umfasst:

Empfangen eines Paket-Stromes, der Pakete umfasst, die jeweils als zu einer von zumindest ersten, zweiten und dritten Klassen zugehörig identifiziert sind, wobei jedes Anfangs-Paket eines Transaktions-Bursts als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert ist, und jedes abschließende Paket eines Transaktions-Bursts als zu der zweiten Klasse zugehörig identifiziert ist;

Berechnen einer Differenz zwischen der Anzahl von Paketen in dem empfangenen Paket-Strom, die als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert wurden, und der Anzahl von Paketen, die als zu der zweiten Klasse zugehörig identifiziert wurden;

Empfangen von statistischen Verteilungs-Daten, die die Verkehrs-Last auf dem Netzwerk beschreiben; und Ableiten eines Schätzwertes der Verkehrs-Last auf dem Netzwerk auf der Grundlage einer Kombination der berechneten Differenz in der Anzahl von Paketen und den statistischen Verteilungs-Daten.

**[0025]** Vorzugsweise wird, wenn ein Transaktions-Burst ein einziges Paket umfasst, das einzige Paket als sowohl zu der ersten Klasse als auch zu der zweiten Klasse zugehörig markiert.

**[0026]** Vorzugsweise ist eine Anzeige, zu welcher Klasse ein Paket gehört, in einem Kopffeld des Paketes enthalten.

**[0027]** Vorzugsweise ist das Paket ein Internetprotokoll-"IP"-Paket.

**[0028]** Vorzugsweise ist das IP-Paket ein IP-Version 4 „IPv4“-Paket mit einem Kopffeld, und die Anzeige befindet sich in einem zweiten Oktett des Kopffeldes.

**[0029]** Vorzugsweise ist das IP-Paket ein IP-Version 6 „IPv6“-Paket mit einem Kopffeld, und die Anzeige befindet sich in den Bits 4–7 eines ersten Oktettes und den Bits 0–3 eines zweiten Oktettes des Kopffeldes.

**[0030]** Vorzugsweise umfasst das Kopffeld ein differenziertes Dienste-Codepunkt-„DSCP“-Feld, und die Anzeigen werden unter Verwendung von vier Werten des DSCP-Feldes codiert.

**[0031]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren weiterhin die Annahme oder die Zurückweisung von Paketen zur Übertragung auf das Netzwerk in Abhängigkeit von dem Schätzwert der Verkehrs-Last auf dem Netzwerk.

**[0032]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren weiterhin die Folgenden Schritte:

Empfangen eines Paketes auf einem vorgegebenen Verkehrs-Strom;

wenn das Paket als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert ist, und wenn ein vorher gespeicherter Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last auf das Netzwerk anzeigt, dass eine Zulassungs-Zurückweisungs-Bedingung bezüglich des empfangenen Paketes erfüllt ist, dann Verwerfen des Paketes, anderenfalls Inkrementieren der Messung und Weiterleiten des Paketes auf das Netzwerk;

wenn das Paket als zu der dritten Klasse zugehörig identifiziert wird, dann Weiterleiten des Paketes auf das Netzwerk; und

wenn das Paket als zu der zweiten Klasse gehörig identifiziert ist, dann Dekrementieren des Schätzwertes der derzeitigen Verkehrs-Last und Weiterleiten des Paketes auf das Netzwerk.

**[0033]** Vorzugsweise ist der Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last eine Differenz zwischen der Anzahl von Paketen der ersten Klasse, die vorher weitergeleitet wurden, und der Anzahl der Pakete der dritten Klasse, die vorher weitergeleitet wurden.

**[0034]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren weiterhin die Folgenden Schritte:

Etikettieren jedes Anfangs-Paketes eines Transaktions-Bursts in dem empfangenen Paket-Datenstrom als zu der ersten Klasse zugehörig; und

Etikettieren jedes abschließenden Paketes des Transaktions-Bursts als zu der zweiten Klassen zugehörig; um auf diese Weise Anfänge und Enden der Transaktions-Bursts zu identifizieren.

**[0035]** Gemäß einem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Paket-Netzwerk-Knoten für ein Telekommunikations-Netzwerk geschaffen, wobei der Knoten Folgendes umfasst:

einen Eingang der zum Empfang eines Paket-Stromes angeordnet ist, der Pakete umfasst, die jeweils als zu einer von zumindest ersten, zweiten und dritten Klassen zugehörig identifiziert sind, wobei jedes Anfangs-Paket eines Transaktions-Bursts als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert ist und jedes abschließende Paket eines Transaktions-Bursts als zu der zweiten Klasse zugehörig identifiziert ist; und einen Prozessor, der so angeordnet ist, dass er:

eine Differenz zwischen der Anzahl von Paketen in dem empfangenen Paket-Strom, die als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert sind, und der Anzahl von Paketen, die als zu der zweiten Klasse zugehörig sind, berechnet;

statistische Verteilungs-Daten empfängt, die eine Verkehrs-Last auf das Netzwerk beschreiben; und einen Schätzwert der Verkehrs-Last auf dem Netzwerk auf der Grundlage einer Kombination der berechneten Differenz in der Anzahl von Paketen und den statistischen Verteilungs-Daten ableitet.

**[0036]** Vorzugsweise ist für einen empfangenen Paket-Verkehrs-Strom der Prozessor weiterhin so angeordnet, dass er für jedes auf dem Verkehrs-Strom empfangene Paket bestimmt:

(a) ob das Paket von der ersten Klasse ist, und falls dies der Fall ist, Feststellen, ob ein vorher gespeicherter Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last anzeigt, dass eine Zulassungs-Zurückweisungs-Bedingung bezüglich des empfangenen Paktes erfüllt ist, und wenn dies der Fall ist, das Paket verwirft, oder anderenfalls die Messung inkrementiert und das Paket auf das Netzwerk weiterleitet;

(b) ob das Paket von der dritten Klasse ist, und wenn dies der Fall ist, das Paket auf das Netzwerk weiterleitet; und

(c) ob das Paket von der zweiten Klasse ist, und wenn dies der Fall ist, den Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last dekrementiert und das Paket auf das Netzwerk weiterleitet.

**[0037]** Gemäß einem dritten Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Kommunikations-System geschaffen, das eine Vielzahl von Paket-Netzwerk-Knoten gemäß dem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung umfasst.

**[0038]** Gemäß einem vierten Gesichtspunkt der Erfindung wird ein Computerprogramm geschaffen, das bei seinem Laden auf ein Computersystem und bei seiner Ausführung auf diesem alle die Schritte eines Verfahrens gemäß dem ersten Gesichtspunkt der Erfindung ausführt.

**[0039]** Die bevorzugten Merkmale können kombiniert werden, falls geeignet, wie dies für den Fachmann ersichtlich ist, und sie können mit irgendwelchen der Gesichtspunkte der Erfindung kombiniert werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0040]** Um zu zeigen, wie die Erfindung in die Praxis umgesetzt werden kann, werden nunmehr Ausführungsformen der Erfindung lediglich in Form eines Beispiels und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in denen:

**[0041]** [Fig. 1](#) ein Beispiel eines Internetprotokoll-Netzwerkes zeigt;

**[0042]** [Fig. 2](#) ein Beispiel der Struktur eines Internetprotokoll-Datagramms zeigt;

**[0043]** [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung der Struktur eines Internetprotokoll-Version 4-Paket-Kopffeldes zeigt;

**[0044]** [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung der Struktur des Typs des Dienste-Feldes in einem Internetprotokoll-Version 4-Paket zeigt;

**[0045]** [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung der Struktur eines vorgeschlagenen Internetprotokoll-Version 6-Paket-Kopffeldes zeigt; und

**[0046]** [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung der Struktur des differenzierte Dienste-Feldes in einem vorgeschlagenen Internetprotokoll-Version 6-Paket zeigt.

#### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

**[0047]** Die vorliegende Erfindung ist so ausgelegt, dass sie in dem Kontext der differenzierte Dienste-(DS-)Architektur der Internet Engineering Task Force (IETF) arbeitet, die ein Rahmenwerk zur Implementierung zusätzlicher Dienste mit verbesserter QoS bereitstellt.

**[0048]** Um Probleme der Skalierbarkeit in dem Kern großer Netzwerke zu vermeiden, wo es viele Hunderte oder Tausende oder Millionen von Paket-Strömen gibt, kann die QoS nicht mit der Granularität von einzelnen Strömen in dem Kern des Netzwerkes spezifiziert werden. Die Behandlung der Pakete in dem Kern des Netzwerkes zur Erzielung der gewünschten QoS muss sehr einfach sein: es steht nur wenig Zeit und Verarbei-

tungs-Leistung für jedes Paket in einem Netzwerk-Kern-Element zur Verfügung in dem ein neues Paket so häufig wie alle 50 bis 100 ns ankommen kann.

**[0049]** DS umgeht diese Schwierigkeiten dadurch, dass lediglich mit Aggregaten von Verkehrs-Strömen statt mit einzelnen Strömen gearbeitet wird und dass so viel Funktionalität wie möglich an den Rand des Netzwerkes verschoben wird, wodurch einige sehr einfache Mechanismen in dem Kern verbleiben.

**[0050]** Die vorgeschlagene Architektur für DS sieht vor, dass zwei Arten von Knoten (normalerweise Router) in eine geschlossene DS-Netzwerk-Domäne eingebaut werden. An den Eintritts- und Austritts-Knoten dieser Netzwerk-Domäne sind DS-Rand-Einrichtungen vorgesehen, die die Verkehrs-Konditionierung s-Funktionalität implementieren. Die innenliegenden Knoten (falls vorhanden), die die Zwischenverbindung der Domäne bereitstellen, sind innere DS-Einrichtungen.

**[0051]** Sowohl die DS-Rand- als auch die inneren DS-Einrichtungen in einer vorgegebenen DS-Domäne müssen einen übereinstimmenden Satz von Weiterleitungs-Behandlungen implementieren, die als Verhalten pro Sprungabschnitt (Hop) (PHBs) bekannt sind. Die DS-Architektur unterstützt eine verbesserte Dienstgüte (QoS) für Internetprotokoll-(IP-)Dienste mit Hilfe einer Markierung jedes einzelnen Paketes, das zur Zustellung von Daten über ein IP-Netzwerk verwendet wird, mit einem Code, der eine kleine Anzahl von Bits umfasst.

**[0052]** Jedes Verkehrs-Aggregat, das durch eine DS-Knoten hindurch läuft, wird mit einem DS-Codepunkt (6-Bit-Zahl) markiert, der die Klasse des Verkehrs anzeigt. Der Codepunkt wird (beispielsweise unter Verwendung einer Umsetzungs-Tabelle) zur Auswahl des PHB verwendet, dem der Verkehr unterworfen wird, während er durch einen Knoten hindurchläuft.

**[0053]** Die Verkehrs-Konditionierungs-Funktionalität in dem DS-Rand-Knoten wird dazu verwendet, sicherzustellen, dass die Verkehrs-Aggregate korrekt markiert werden und innerhalb irgendeines Vertrages (Dienstgüte-Vereinbarung) liegen, die ein Kunde der DS-Domäne mit dem Domäne-Inhaber schließen kann. Die Verkehrs-Konditionierung beinhaltet normalerweise Zulassungs-Steuer-Mechanismen, die dynamisch Teile des Verkehrs-Aggregats zulassen oder zurückweisen können, um sicherzustellen, dass nicht gegen die SLA verstoßen wird. Dies kann auf verschiedene Weise, auf eine paketweisen Grundlage oder durch Zulassen oder Zurückweisen vollständiger Komponenten-Datenströme erfolgen.

**[0054]** Bisher wurde die paketweise Zulassungs-Steuerung auf die Messung der Datenstrom-Rate, die einem Aggregat zugeordnet ist, und entweder Verwerfen von Paketen, die über der vereinbarten Rate liegen, oder durch Anbieten verschlechterter Dienste für diese Pakete durch Ändern ihres Codepunktes gerichtet.

**[0055]** Ein derartiger Mechanismen ist für Anwendungen geeignet, die Langzeit-Datenströme (wie zum Beispiel Datei-Übertragungen oder Sprach-Kommunikationen) erzeugen, ist jedoch für Transaktions-Datenströme ungeeignet, bei denen das Konzept einer vereinbarten Datenstrom-Rate nicht relevant ist. Typischerweise würden alle Pakete, die einem einzigen (Langzeit-)Datenstrom zugeordnet sind, anfänglich mit dem gleichen Code markiert; ein Verkehrs-Konditionierungs-Mechanismus würde dann die Markierungs-Rate auf einen alternativen Wert für den Anteil der Pakete ändern, die den vereinbarten Datenstrom überschreiten (oder alternativ würden überschüssige Pakete verworfen).

**[0056]** Router, die die Pakete verarbeiten während sie über das IP-Netzwerk weitergeleitet werden, inspizieren den Code und behandeln jedes Paket, das mit dem gleichen Wert markiert ist, in der gleichen Weise, wenn die Priorität oder Präferenz bestimmt wird, die diesen Paketen auf dem nächsten Sprungabschnitt ihres Pfades durch das Netzwerk gegeben wird. Jeder Satz von in ähnlicher Weise markierten Paketen stellt eine Klasse dar, und durch Anwenden unterschiedlicher Behandlungen auf unterschiedliche Klassen kann eine unterschiedliche Dienstgüte für jede Klasse erreicht werden. Beispielsweise kann der Zugang an einen Teil des Netzwerkes für Verkehr in einer vorgegebenen Klasse verweigert werden, der in irgendeiner messbaren Weise einen vorher vereinbarten Vertrag übersteigt, der typischerweise als Dienstgüte-Vereinbarung (SLA) bekannt ist.

**[0057]** Aufgrund der Eigenart des Paket-Verkehrs, der durch eine Anwendung erzeugt wird, die einen Transaktions-Dienst erfordert (beispielsweise eine Web-Seiten-Anforderung und ein Herunterladen) ist es schwierig, eine derartige Dienstgüte-Vereinbarung auf der Grundlage einer einzigen Klasse für derartige Pakete zu erzeugen. Das Netzwerk ist nicht in der Lage, die durch Verkehr dieser Art hervorgerufene Last vorherzusagen oder in einfacher Weise zu steuern.

**[0058]** Im Wesentlichen kann die durch einen derartigen Verkehr erzeugte Last wie folgt charakterisiert werden: eine Anforderung bedingt, dass eine Last von dem Klienten zum Server übertragen wird, die als ein zeitlich begrenztes Daten-"Stück" charakterisiert wird, die Anforderung ruft eine Antwort, die ebenfalls ein zeitlich begrenztes Daten-"Stück" ist, in der Server-Klienten-Richtung hervor; und für jede spezielle Art von Anwendung können die Größen dieser Stücke statistisch charakterisiert werden.

**[0059]** Daher kann auf einem Netzwerk, das eine beträchtliche Anzahl dieser Transaktionen unterstützt, die Gesamtlast mit beträchtlicher Gewissheit vorausgesagt werden, vorausgesetzt das die Anzahl von Anforderungen und Antworten, die sich im Durchlauf befinden, durch das Netzwerk überwacht werden kann.

**[0060]** Um in der Lage zu sein, die von einem Dienst für Transaktions-Anwendung übertragene Last zu kontrollieren, benötigen die Router und andere Netzwerk-Elemente, die eine Routenführung der Pakete ausführen, einen Mechanismus, der es diesen ermöglicht, Verkehr entsprechend der tatsächlichen und der vorhergesagten Last zuzulassen und auszuschließen, die an das Netzwerk während der Dauer einer Transaktion übertragen wird, die gerade beginnt.

**[0061]** In allgemeinen Ausdrücken ist es nicht möglich, dass ein Gerät oder Netzwerk, von dem dieser Verkehr nicht ausgeht, den Anfang und das Ende derartiger Transaktionen bestimmt. Entsprechend kann ein geeigneter Dienst unter Verwendung einer einzigen Klasse für alle derartige Pakete nicht bereitgestellt werden.

**[0062]** Bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung erfolgt folgendes:

- das Anfangs-Paket jeder Anforderung und Antwort wird als zu einer speziellen Klasse, A, zugehörig markiert.
- Diejenigen Pakete die weder als erste noch als letzte in einer Anforderung oder Antwort übertragen werden, werden mit einer dritten Klasse, B, markiert, die von A verschieden ist.
- Das abschließende Paket jeder Anforderung und Antwort wird als zu einer Klasse, C, zugehörig markiert, die sowohl von A als auch von B verschieden ist.
- Wenn eine Anforderung oder Antwort ein einziges Paket umfasst, so wird eine zusätzliche Marke verwendet, um die Mitgliedschaft zu beiden Weiterleitungs-Klassen A und C anzuzeigen.

**[0063]** Zusätzlich und für jede Klasse von Verkehr kann der Router mit einer statistischen Verteilungs-Information versehen werden, die die Art der Transaktionen dieser Klasse charakterisiert.

**[0064]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist ein Netzwerk von Routern **10–11** gezeigt, von denen einige **10** eine Netzwerk-Zugangs-Funktionalität unterstützen, während dies andere **11** nicht tun können. Jeder Router umfasst einen Prozessor **10a**, der mit Eingangs-Strömen an seinen Verbindungen **12** verbunden ist und ein Speichermedium **10b** umfassen kann. Während jedes Paket durch einen Router in einem Netzwerk hindurchläuft, kann der Router die Differenz zwischen der Anzahl von Transaktions-Start-(A) und Transaktions-Ende-(C-)Paketen verfolgen, die in einer bestimmten Richtung hindurchgelaufen sind. Dies gibt eine Zählung der Anzahl von Transaktionen, die derzeit zu irgendeiner vorgegebenen Zeit ablaufen. Die Kombination diese Information mit der bekannten statistischen Verteilung des Daten-Verkehrs, die für die die Daten erzeugende Anwendung relevant ist, ermöglicht es dem Router, einen statistischen Schätzwert der derzeitigen Last auf das Netzwerk zu bilden, und insbesondere der Last auf die nächste Verbindungsstrecke in dem Netzwerk, entlang der die Daten übertragen werden. Sowohl die Zählung der Anzahl von Transaktionen, die derzeit ablaufen, als auch die statistischen Daten können auf dem örtlichen Speichermedium **10b** gespeichert werden.

**[0065]** Der Router kann dann diese Verkehrs-Information zur Begrenzung der Gesamtzahl der gerade ablaufenden Transaktionen verwenden. Die wird dadurch erreicht, dass die Datenstrom-Steuer-Mechanismen des TCP verwendet werden, die wie folgt arbeiten. Im Normalbetrieb ist eine Transport-Schicht-Verbindung unter Verwendung des TCP-Protokolls ein ein Fenster bildendes, Datenstromgesteuertes zuverlässiges Byte-Strom-Protokoll. Zur Erzielung einer Zuverlässigkeit wird ein System für positive Bestätigungen von der empfangenen Station verwendet (das heißt jedes empfangene Datenpaket wird durch das Senden eines ACK-(Besätigungs-)Paketes von dem Empfänger an den Sender bestätigt).

**[0066]** Der Datenstrom-Steuer-Mechanismus, der von dem TCP verwendet wird, ist kompliziert und so ausgelegt, dass es dem TCP ermöglicht wird, die verfügbare Übertragungs-Bandbreite und den Überlastungs-Zustand von praktisch jeder Übertragungsstrecke anzupassen.

**[0067]** Als ein zuverlässiges Transport-Schicht-Protokoll ist das TCP verantwortlich für die Lieferung eines fehlerfreien Stromes von Bytes, die in der richtigen Folge zugestellt werden. Weil der Verlust von Paketen mög-

lich ist, muss das TCP erneute Aussendungen ausführen, um diese Charakteristiken zu erzielen.

**[0068]** Zusätzlich führt das in zwei miteinander kommunizierenden Endsystemen ablaufende TCP eine Ende-zu-Ende-Datenstrom-Kontrolle an dem Datenstrom aus. Die Menge an Daten, die von einer TCP-Quelle ausgesandt werden, ist durch den Fenster-Mechanismus beschränkt. Zu Beginn einer TCP-Verbindung kann die TCP-Quelle lediglich eine kleine Anzahl von Datenpaketen senden. Bei Empfang der ACK-Rahmen für diese Datenpakete vergrößert die TCP-Quelle dann die Fenster-Größe und sendet mehr Daten. Auf diese Weise verhindert der TCP-Fenster-Mechanismus, dass eine große Anzahl von Datenpaketen anfänglich auf das Netzwerk ausgesandt wird.

**[0069]** Das Fenster-Öffnungs-Verfahren hat drei Phasen:

- ein schneller Anstieg (P1), der als „langsamer Start“ bekannt ist,
- ein langsamer Anstieg (P2), der als „Überlastungs-Vermeidung“ bekannt ist,
- konstant; wobei das Fenster vollständig offen ist (P3).

**[0070]** Zu Anfang ist die Fenster-Größe gleich eins, und die Quelle kann nur ein Datenpaket senden. Bei Empfang des ACK-Rahmens wird das Fenster auf zwei Pakete vergrößert, und zwei neue Pakete können ausgesandt werden. Für jeden empfangenen ACK-Rahmen wird das TCP-Fenster um eine Paket-Größe vergrößert, und eine Menge von neuen Datenpaketen entsprechend einem Fenster wird ausgesandt. Entsprechend wird diese Phase als die exponentielle Wachstums-Zone bezeichnet, weil der Wert der TCP-Fenster-Größe exponential ansteigt: 1, 2, 4, 8, 16, und so weiter, für jeden Umlauf-Zyklus.

**[0071]** Wenn das TCP-Fenster die Hälfte seiner maximalen Größe erreicht, so erfolgt ein Eintritt in die Phase mit langsamen Anstieg. Bei dieser Phase verlangsamt sich das Wachstum, und es vergrößert sich lediglich um ein Datenpaket pro Umlaufzeit (RTT), das heißt, wenn alle Pakete von dem derzeitigen Fenster bestätigt werden. Diese Phase endet, wenn das TCP-Fenster vollständig geöffnet wurde. Wenn das TCP-Fenster vollständig geöffnet wurde, so befindet sich die TCP-Verbindung in einer Art von Gleichgewichts-Zustand, weil während ein Paket das Netzwerk verläßt, ein neues Paket eintritt. Das TCP hat einen Eigen-Takt-Zeit-Fenster-Größen-Mechanismus, der durch ACK-Rahmen unterhalten wird. Die Verzögerung, die ein Datenpaket und dessen ACK-Rahmen erfährt, wird zur dynamischen Einstellung des Datenstromes auf sowohl die verfügbare Bandbreite als auch die vorherrschende Netzwerk-Last verwendet.

**[0072]** Wenn ein TCP-Datenpaket verloren geht, kann der Sender eine Wiederherstellung unter Verwendung entweder des schnellen Neuaussendungs-Schemas ausführen oder darauf warten, dass der Neuaussendungs-Zeitablauf abläuft. Das schnelle Neuaussendungs-Schema wird durch die Ankunft von zumindest drei Duplikat-ACK-Rahmen ausgelöst, was die Notwendigkeit anzeigt, dass das fehlende Paket neu ausgesandt wird. Auf diese Neuaussendung folgt das Überlastungs-Vermeidungs-Verfahren, das die TCP-Fenster-Größe auf die Hälfte verkleinert. Wenn im Gegensatz hierzu der Sender auf dem Neuaussendungs-Zeitablauf beruht, wird die Paket-Aussendungs-Rate drastisch verringert, weil auf die Neuaussendung die Prozedur des langsamen Starts folgt, bei der die Fenster-Größe auf ein Paket zurückgesetzt wird. Wie dies zu erkennen ist, verringert sich in beiden Fällen der Wert des Verkehrs, der von einem Sender an das System angeboten wird, doch ist in dem zweiten Fall die Verringerung drastischer.

**[0073]** Gemäß der vorliegenden Erfindung werden Pakete vorzugsweise verworfen, während sich das Protokoll in der langsamen Start-Phase befindet, wenn die Fenster-Größe gleich eins ist, statt zu irgendeiner späteren Stufe. Dies entspricht dem Verwerfen von Anfangs-Paketen von einer vorgegebenen Transaktion (das heißt demjenigen der Klasse A). Dies verhindert effektiv, dass die TCP-Sitzung irgendwelche weiteren Pakete auf die Verbindung sendet, bis der Neuaussendungs-Zeitablauf abgelaufen ist, wodurch die Last, die das Netzwerk erfährt, beschränkt wird, ohne dass solche unnötigen Paketen ausgesandt werden. Wenn ein anfängliches Paket einer Transaktion (das heißt ein Paket, das als Paket der Klasse A markiert ist) von einem Router auf seinem Pfad durch ein Netzwerk verworfen wird (beispielsweise, weil das Netzwerk-Verwaltungs-System das Netzwerk als zu derzeit zu stark belastet betrachtet, um neue Transaktionen anzunehmen), so wird das Paket nicht an seinem Ziel empfangen und daher nicht an den Ursprungs-Sender zurück bestätigt. Entsprechend dem TCP-Übertragungs-Schema, das vorstehend beschrieben wurde, wurde das Anfangs-Paket während der langsamen Start-Phase des TCP ausgesandt, und speziell dann, wenn das Fenster nur eine Breite von einem Paket hat (die Situation, in der die Sitzung gerade eingeleitet wurde). Keine folgenden Pakete (der Klassen B und C) von der gleichen Transaktion werden ausgesandt, bevor nicht das Start-Paket (der Klasse A) erfolgreich bestätigt wurde.

**[0074]** Zu geeigneter Zeit sendet der TCP-Sitzungs-Sender das Start-Paket im normalen Verlauf des Betriebs

des TCP-Protokolls erneut aus. Wenn sich zu der Zeit dieser Neuaussendung die Last auf das Netzwerk verringert hat, wird die neue Kopie des Start-Paketes erfolgreich weitergeleitet und bestätigt, worauf der Rest der Transaktions-Daten (in Paketen, die als Pakete der Klassen B und C markiert sind) über das Netzwerk wie normal weitergeleitet wird. Das Start-Paket wird gezählt, wobei die ausstehende Transaktions-Last inkrementiert wird und damit die laufende Schätzung der Verkehrs-Last vergrößert. Die Verarbeitung des entsprechenden End-Paketes (der Klasse C) bewirkt, dass der Zähler dekrementiert wird, wodurch der laufende Schätzwert der Verkehrs-Last verringert wird.

**[0075]** Entsprechend ist ein Netzwerk-Verwaltungs-System in der Lage, einfach durch Zählen von Paketen, die mit dem Codes für die erste und letzte Klasse markiert sind, die angenäherte Last, die von einem Transaktions-Dienst im Netzwerk auferlegt wird, als die Differenz zwischen den Gesamt-Summen derartiger Pakete abzuschätzen, die ausgesandt und bestätigt werden, und die die Anzahl von derzeit ablaufenden Transaktionen darstellen. Dies kann in eine Näherung der Last durch Bezugnahme auf das statistische Profil der entsprechenden Anforderungen und Antworten umgewandelt werden.

**[0076]** Dieser Schätzwert der Last, die von dem Dienst auferlegt wird, kann von einem Netzwerk-Verwaltungs-System dazu verwendet werden, neuen Anforderungen und Antworten im Zugang auf das Netzwerk dadurch zu verweigern, dass einfach bewirkt wird, dass Netzwerk-Knoten absichtlich alle Pakete verwerfen, die als Pakete der ersten Klasse, A, markiert sind. Dieses absichtliche Verwerfen wird am besten an der ersten Gelegenheit auf den Pfad ausgeführt, dem das Paket in dem Netzwerk folgt, in idealer Weise an dem Zugangs-Knoten am Umfang des Netzwerkes, so dass ein unnötiger Zwischen-Netzwerk-Verkehr vermieden wird, der nachfolgend verworfen wird. Ein derartiges Verwerfen der Anfangs-Pakete wird fortgesetzt, bis die Netzwerk-Last auf einen Pegel verringert ist, bei dem neue Transaktionen zugelassen werden können, und zwar gemäß einem gewissen Zulassungs-Steuer-Kriterium. Das TCP-Protokoll sendet derartige Anfangs-Pakete erneut aus, bis eines durchgelassen wird.

**[0077]** Die vorliegende Erfindung ergibt daher eine verbesserte Einrichtung für die paketweise Zulassungs-Steuerung in einem DS-Kontext. Die Klassen-Markierung ergibt eine Einrichtung, durch die ein Dienst geboten werden kann, der es sowohl einer Benutzer-Anwendung ermöglicht, das Verhalten des Netzwerkes so zu beeinflussen, dass es sich in einer Weise verhält, die besser die Notwendigkeiten des Netzwerkes wiedergibt, als auch es einem Netzwerk-Betreiber ermöglicht, die von Kunden erzeugte Last durch selektives Blockieren von Teilen der Kundenverkehrs-Ströme zu steuern.

**[0078]** Dieser Paket-Markierungs-Mechanismus ermöglicht es, brauchbar quantitative SLA's für Transaktions-Dienste anzubieten, die vorher nicht möglich waren. Mit dieser zusätzlichen Fähigkeit zur Kontrolle der Last auf das Netzwerk in dieser Weise können Transaktions-Dienste verbesserte Zusicherungen hinsichtlich der Zustellung der Daten „Stücke“ durch passende Verwendung der Priorität und Reservierung von Ressourcen bieten.

**[0079]** Obwohl die Erfindung hinsichtlich eines einzigen Satzes von drei Klassen beschrieben wurde, kann die Erfindung auch gleichzeitig auf einer Grundlage von einer Klasse von Verkehr angewandt werden, wobei unterschiedliche Pegel der Steuerung und unterschiedliche statistische Charakteristiken für unterschiedliche Klassen von Verkehr verwendet werden können.

**[0080]** Bei einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Internetprotokoll-Kopffeld, das als das differenzierte Dienste-(DS-)Feld bezeichnet wird, definiert, das die vorhandenen Definitionen des Internetprotokoll-Version 4-(IPv4-)ToS-Oktettes und des Internetprotokoll-Version 6-(IPv6-)Verkehrsklassen-Oktetts ersetzt.

**[0081]** Es wird nunmehr auf [Fig. 3](#) Bezug genommen, in der eine schematische Zusammenfassung der Inhalte eines Internetprotokoll-Version 4-Paket-Kopffeldes gezeigt ist, wobei die Felder gezeigt sind, die dieses Kopffeld umfasst: Version, Internet-Kopffeld-Länge (IHL), Dienst-Typ (ToS), Gesamtlänge, Identifikation, Flaggen, Fragment-Offset, Lebensdauer, Protokoll, Kopffeld-Prüfsumme, Quellen-Adresse, Ziel-Adresse, Optionen und Auffüllung. Jede Skalenmarkierung in der Figur bezeichnet eine Bit-Position.

**[0082]** Von diesen Feldern ist es das Dienst-Typ-(ToS-)Feld, das in dem vorliegenden Kontext von Interesse ist. Wie dies in [Fig. 4](#) gezeigt ist, besteht es aus 8 Bits und ergibt eine Anzeige der abstrakten Parameter der gewünschten Dienstgüte. Die ToS-Parameter sollen zur Führung der Auswahl der tatsächlichen Dienst-Parameter verwendet werden, wenn ein Datagramm über ein bestimmtes Netzwerk ausgesandt wird. Einige Netzwerke bieten ein Dienst-Präzedenz-Merkmal, das einen Verkehr mit hoher Präzedenz als wichtiger als anderen

Verkehr behandelt. Dies wird allgemein dadurch erzielt, dass zu Zeiten hoher Last lediglich Verkehr oberhalb einer bestimmten Präzedenz akzeptiert wird. Die Hauptauswahl ist ein dreifacher Kompromiss zwischen niedriger Verzögerung, hoher Zuverlässigkeit und hohem Durchsatz.

**[0083]** In dem ToS-Feld werden die Bits 0–2 zur Anzeige der Präzedenz verwendet, das Bit 3 wird zur Anzeige der Verzögerung (D) verwendet (0 = normale Verzögerung; 1 = niedrige Verzögerung), das Bit 4 wird zur Anzeige des Durchsatzes (T) verwendet (0 = normaler Durchsatz; 1 = hoher Durchsatz), das Bit 5 wird zur Anzeige der Zuverlässigkeit (R) verwendet (0 = normale Zuverlässigkeit; 1 = hohe Zuverlässigkeit), und die Bits 6–7 werden für zukünftige Verwendung reserviert.

**[0084]** Die Präzedenz-Kombinationen und ihre entsprechenden Funktionen sind wie folgt:

111 – Netzwerk-Steuerung  
 110 – Zwischennetzwerk-Steuerung  
 101 – CRITIC/ECP  
 100 – Flash-Übersteuerung  
 011 – Flash  
 010 – Unmittelbar  
 001 – Priorität  
 000 – Routine

**[0085]** Die Verwendung von Verzögerungs-(D-), Durchsatz-(T-) und Zuverlässigkeits-(R-)Anzeigen kann zur Bestimmung des Preises verwendet werden, der für eine vorgegebenen Dienst-Typ in Rechnung gestellt wird. Lediglich eine dieser Anzeigen kann an einem Paket gesetzt werden.

**[0086]** Das Dienst-Typ-Feld wird zur Spezifizierung der Behandlung des Datagramms während seiner Auslieferung über das IP-Netzwerk verwendet.

**[0087]** Die Netzwerk-Steuer-Präzedenz-Bezeichnung ist lediglich zur Verwendung innerhalb eines Netzwerkes bestimmt. Die tatsächliche Verwendung und Steuerung dieser Bezeichnung hängt von der Entscheidung jedes Netzwerk-Betreibers ab. Die Inter-Netzwerk-Steuer-Bezeichnung ist zur Verwendung lediglich durch Überleiteneinrichtungs-Steuer-Urheber bestimmt. Wenn die tatsächliche Verwendung dieser Präzedenz-Bezeichnungen von irgendeiner Bedeutung in einem bestimmten Netzwerk ist, so liegt es in der Verantwortlichkeit des Betreibers dieses Netzwerkes, den Zugang zu und die Verwendung von diesen Präzedenz-Bezeichnungen zu kontrollieren.

**[0088]** In [Fig. 5](#) ist eine schematische Darstellung der entsprechenden Struktur eines vorgeschlagenen Internetprotokoll-Version 6-Paket-Kopffeldes gezeigt, das die Felder zeigt, aus denen es besteht: Version, Verkehrs-Klasse, Datenstrom-Etikett, Nutzdaten-Länge, nächstes Kopffeld, Sprung-Begrenzung, Quellen-Adresse und Ziel-Adresse.

**[0089]** Von diesen Feldern ist es das Verkehrsklassen-(TC-)Feld, das in dem vorliegenden Kontext von Interesse ist. Das TC-Feld besteht aus 8 Bits.

**[0090]** Sowohl das ToS-Feld von IPv4 als auch das TC-Feld von IPv6 sind auf eine Länge von 8 Bits beschränkt. Diese können jeweils in zweckmäßiger Weise durch ein Acht-Bit-Differenziertes Dienste-(DS-)Feld ersetzt werden, wie dies in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Die Bits 0–5 des DS-Feldes werden als ein differenzierter Dienst-Codepunkt (DSCP) verwendet, um das Verhalten pro Hop (PHB) auszuwählen, das auf das Paket an jedem Knoten angewandt wird; die Bits 6–7 des DS-Feldes werden als ein derzeit unbenutztes (CU-)Feld mit zwei Bit verwendet, das später zugeordnet werden kann (beispielsweise für eine ausdrückliche Überlastungs-Benachrichtigung), das jedoch derzeit nicht für eine spezielle Verwendung zugeordnet ist. Der Wert der CU-Bits wird durch den für differenzierte Dienste ausgebildeten Knoten ignoriert, wenn festgestellt wird, dass das PHB auf ein empfangenes Paket anzuwenden ist.

**[0091]** DS-konforme Knoten wählen PHB's durch einen Vergleich mit dem gesamten 6-Bit-DSCP-Feld aus, beispielsweise durch Behandeln des Wertes des Feldes als einen Tabellen-Index, der zur Auswahl eines bestimmten Paket-Handhabungs-Mechanismus verwendet wird, der in dieser Einrichtung implementiert wurde. Das DSCP-Feld ist als ein unstrukturiertes Feld definiert, um die Definition von zukünftigen Verhaltensweisen pro Hop zu erleichtern.

**[0092]** Weil die Umsetzung von DSCP auf PHB vollständig flexibel ist, wird eine permanente Zuordnung von

Werten in dem DSCP-Feld zu Klassen nötig. Ein typisches Beispiel könnte wie folgt sein:

DS-Codepunkt	Weiterleitungs-Klasse
00100	A
00101	B
00110	C
00111	A und C

**[0093]** Zulassungs-Steuer-Mechanismen, wie zum Beispiel der vorstehend vorgeschlagene, sind einer Ausnutzung durch skrupellose Benutzer ausgesetzt, die sich nicht an das vorgeschlagene Markierungs-Muster halten (beispielsweise durch Senden aller Pakete mit einer Markierung B).

**[0094]** Das Netzwerk kann sich gegen diese Art von Ausnutzung dadurch schützen, das vorgeschlagen wird, das wenn Ende-Start-Paare nicht innerhalb einer vorgegebenen Spanne von Paketen identifiziert werden, die sich auf die erwartete Größe einer Transaktion von dieser Quelle bezieht, das Netzwerk als solches (beispielsweise willkürlich) zwei Pakete von der Klasse B auf die Klasse C beziehungsweise die Klasse A markiert. Das Paket der Klasse A würde dann genauso einer Zulassungs-Steuerung unterworfen werden, wie auf diese Weise durch den Benutzer markierte Pakete.

**[0095]** Wenn der Benutzer weiterhin das Senden von Paketen der Klasse A auslöst, so kann die Rate der Markierung durch das Netzwerk vergrößert werden, bis abwechselnde Pakete als Klasse A und dann als Klasse C markiert werden. Die resultierende Verringerung des möglichen Durchsatzes für den Transaktions-Strom dieses Benutzers – im Schlimmstenfall könnte die gesamte Transaktions-Übertragung in der Betriebsart mit langsamen Start ausgeführt werden – bewirkt im Sinne eines ausreichenden Anreizes für Benutzer, Pakete entsprechend dem vorgeschlagenen Schema zu markieren, um ein zufälliges Verwerfen seiner Pakete und einen schlechten Durchsatz zu vermeiden.

**[0096]** Irgendein Bereich oder Geräte-Wert, der hier angegeben ist, kann erweitert oder geändert werden, ohne die angestrebte Wirkung zu verlieren, wie dies für den Fachmann bei einem Verständnis der vorliegenden Lehren ersichtlich ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung von Telekommunikations-Netzwerk-Verkehr, mit den folgenden Schritten:  
Empfangen eines Paket-Stromes, der Pakete umfasst, die jeweils als zu einer von zumindest ersten, zweiten und dritten Klassen zugehörig identifiziert sind, wobei jedes Anfangspaket eines Transaktions-Bursts als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert ist und jedes abschließende Paket eines Transaktions-Bursts als zu der zweiten Klasse zugehörig identifiziert ist;

Berechnen einer Differenz zwischen der Anzahl von Paketen in dem empfangenen Paket-Strom, die als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert wurden, und der Anzahl von Paketen, die als zu der zweiten Klasse zugehörig identifiziert wurden;

Empfangen von statistischen Verteilungs-Daten, die die Verkehrs-Last auf dem Netzwerk beschreiben; und  
Ableiten eines Schätzwertes der Verkehrs-Last auf dem Netzwerk auf der Grundlage einer Kombination der berechneten Differenz in der Anzahl von Paketen und den statistischen Verteilungs-Daten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem, wenn ein Transaktions-Burst ein einziges Paket umfasst, das einzige Paket als sowohl zu der ersten Klasse als auch der zweiten Klasse zugehörig markiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem eine Anzeige, zu welcher Klasse ein Paket gehört, in einem Kopffeld des Paketes enthalten ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Paket ein Internet-Protokoll-"IP"-Paket ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das IP-Paket ein Paket der IP-Version 4 „IPv4“ mit einem Kopffeld ist, und die Anzeige sich in einem zweiten Oktett des Kopffeldes befindet.

6. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das IP-Paket ein Paket der IP-Version 6 „IPv6“ mit einem Kopffeld ist, und die Anzeige sich in den Bits 4–7 eines ersten Oktetts und den Bits 0–3 eines zweiten Oktetts des Kopffeldes befindet.

7. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Kopffeld ein differenziertes Dienste-Codepunkt-"DSCP"-Feld umfasst und die Anzeigen unter Verwendung von vier Werten jedes DSCP-Feldes codiert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, das weiterhin die Annahme oder Zurückweisung von Paketen zur Übertragung auf das Netzwerk in Abhängigkeit von dem Schätzwert der Verkehrs-Last auf dem Netzwerk umfasst.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, das weiterhin die folgenden Schritte umfasst:  
Empfangen eines Paketes auf einem vorgegebenen Verkehrs-Strom;  
wenn das Paket als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert ist, und wenn ein vorher gespeicherter Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last auf das Netzwerk anzeigt, dass eine Zulassungs-Zurückweisungs-Bedingung bezüglich des empfangenen Paketes erfüllt ist, dann Verwerfen des Paketes, andernfalls Inkrementieren der Messung und Weiterleiten des Paketes auf das Netzwerk;  
wenn das Paket als zu der dritten Klasse zugehörig identifiziert ist, dann Weiterleiten des Paketes auf das Netzwerk; und  
wenn das Paket als zu der zweiten Klasse gehörig identifiziert ist, dann Dekrementieren des Schätzwertes der derzeitigen Verkehrs-Last und Weiterleiten des Paketes auf das Netzwerk.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last eine Differenz zwischen der Anzahl von Paketen der ersten Klasse, die vorher weitergeleitet wurden, und der Anzahl von Paketen der dritten Klasse ist, die vorher weitergeleitet wurden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das weiterhin die folgenden Schritte umfasst:  
Etikettieren jedes Anfangspaketes eines Transaktions-Bursts in dem empfangenen Datenstrom als zu der ersten Klassen zugehörig; und  
Etikettieren jedes abschließenden Paketes des Transaktions-Bursts als zu der zweiten Klasse zugehörig; um auf diese Weise einen Anfang und ein Ende des Transaktions-Bursts zu identifizieren.

12. Paket-Netzwerk-Knoten (**10**) für ein Telekommunikations-Netzwerk, wobei der Knoten Folgendes umfasst:  
einen Eingang, der zum Empfang eines Paket-Stromes angeordnet ist, der Pakete umfasst, die jeweils als zu einer von zumindest ersten, zweiten und dritten Klassen zugehörig identifiziert sind, wobei jedes Anfangspaket eines Transaktions-Bursts als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert ist und jedes abschließende Paket eines Transaktions-Bursts als zu der zweiten Klasse zugehörig identifiziert ist; und  
eine Prozessor (**10a**), der so angeordnet ist, dass er:  
eine Differenz zwischen der Anzahl von Paketen in dem empfangenen Paket-Strom, die als zu der ersten Klasse zugehörig identifiziert sind, und der Anzahl von Paketen, die als zu der zweiten Klasse zugehörig identifiziert sind, berechnet;  
statistische Verteilungs-Daten empfängt, die eine Verkehrs-Last auf dem Netzwerk beschreiben; und  
einen Schätzwert der Verkehrs-Last auf dem Netzwerk auf der Grundlage einer Kombination der berechneten Differenz in der Anzahl von Paketen und den statistischen Verteilungs-Daten ableitet.

13. Paket-Netzwerk-Knoten (**10**) nach Anspruch 12, bei dem für einen empfangenen Paket-Verkehrs-Strom der Prozessor (**10a**) weiterhin so angeordnet ist, dass er für jedes auf dem Verkehrs-Strom empfangene Paket bestimmt:  
(a) ob das Paket von der ersten Klasse ist, und falls dies der Fall ist, feststellt, ob ein vorher gespeicherter Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last anzeigt, dass eine Zulassungs-Zurückweisungs-Bedingung bezüglich des empfangenen Paketes erfüllt ist, und, wenn dies der Fall ist, das Paket verwirft oder andernfalls die Messung inkrementiert und das Paket auf das Netzwerk weiterleitet;  
(b) ob das Paket von der dritten Klasse ist, und wenn dies der Fall ist, das Paket auf das Netzwerk weiterleitet; und  
(c) ob das Paket von der zweiten Klasse ist, und wenn dies der Fall ist, den Schätzwert der derzeitigen Verkehrs-Last dekrementiert und das Paket auf das Netzwerk weiterleitet.

14. Kommunikations-System, das eine Vielzahl von Paket-Netzwerk-Knoten (**10**) gemäß Anspruch 12 oder 13 umfasst.

15. Computerprogramm, das bei seinem Laden auf ein Computersystem (**10**) und bei seiner Ausführung auf diesem alle die Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausführt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



Fig. 2

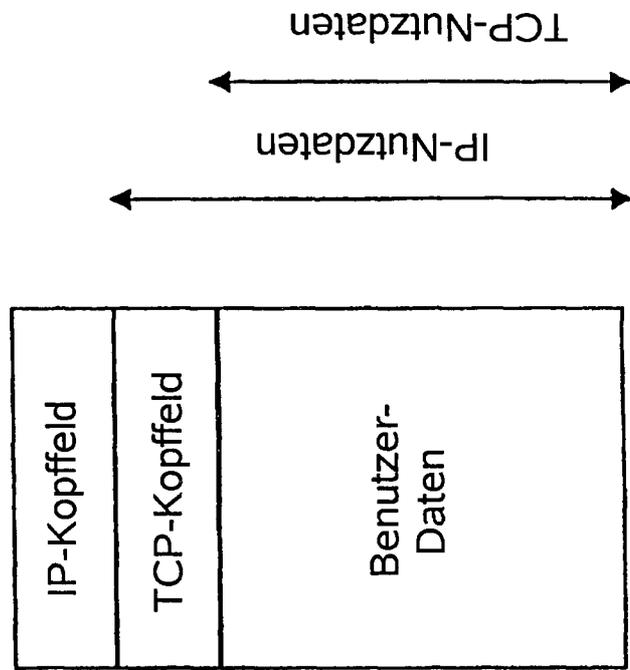




Fig. 4

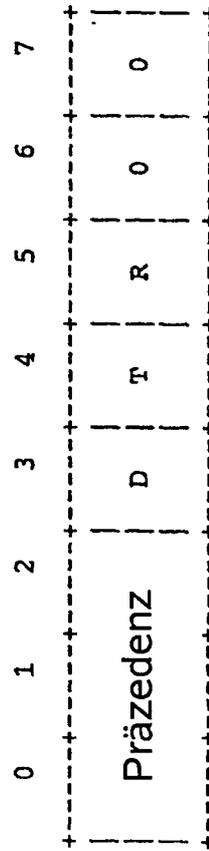


Fig. 5

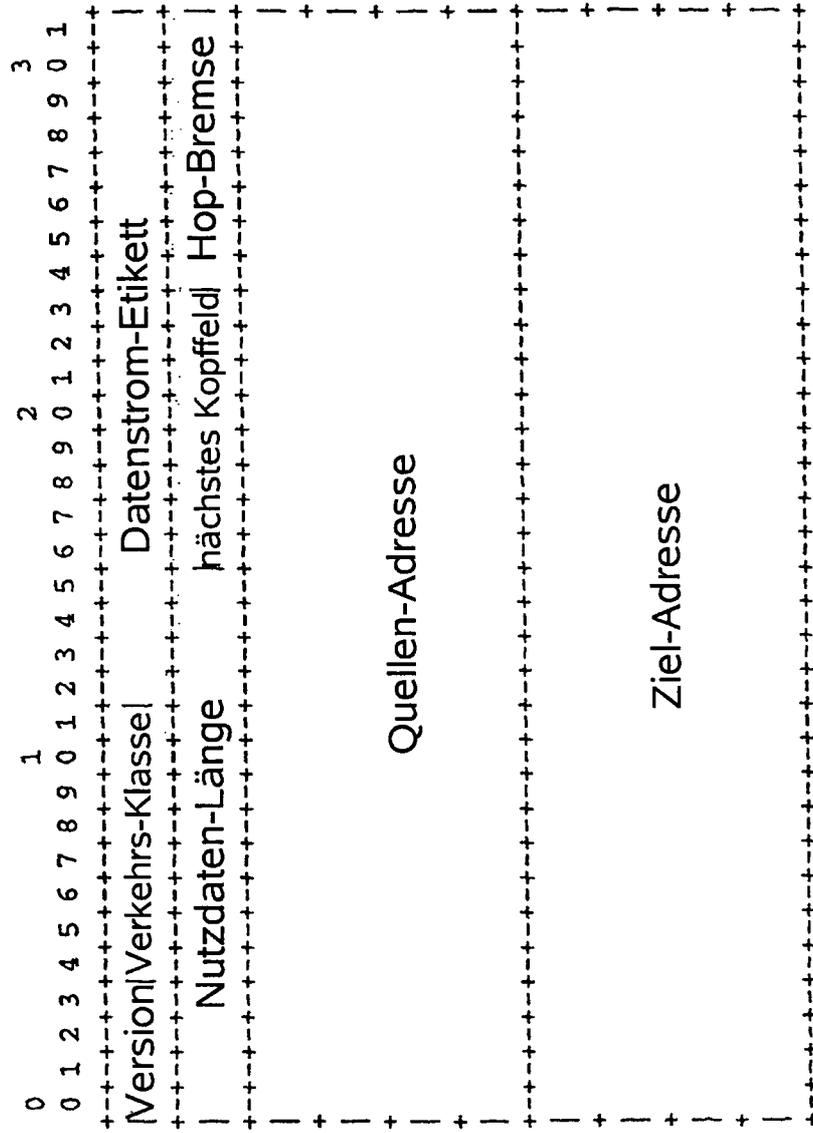


Fig. 6

