



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 696 29 984 T2 2004.07.15

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 753 952 B1

(51) Int Cl.⁷: H04L 12/56

(21) Deutsches Aktenzeichen: 696 29 984.4

(96) Europäisches Aktenzeichen: 96 304 872.3

(96) Europäischer Anmeldetag: 01.07.1996

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 15.01.1997

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 17.09.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 15.07.2004

(30) Unionspriorität:
500675 10.07.1995 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
**International Business Machines Corp., Armonk,
N.Y., US**

(72) Erfinder:
**Arrowood, Andrew Hilliard, Raleigh, US; Carricker,
Jr., Charles A., Cary, US; Magnuson, Anne
Siegman, Raleigh, US; McClellan, Sharon Marie,
Cary, US; Petri, Laura Marie, Cary, US;
Temoshenko, Leo, Raleigh, US**

(74) Vertreter:
Teufel, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 70569 Stuttgart

(54) Bezeichnung: **Leitweglenkungsverwaltung in einem Paketkommunikationsnetz**

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 eingereicht, 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**Technisches Gebiet**

[0001] Diese Erfindung betrifft Paketkommunikationssysteme und insbesondere Verfahren und Vorrangungen für die zentrale Verwaltung von Leitweglenkungspfaden in solchen Systemen.

Grundlagen der Erfindung

[0002] Für die Überwachung von Paketübertragungsnetzen ist normalerweise ein Fachmann für Netzverwaltung zuständig. Solche Netzüberwacher befinden sich normalerweise an einem Knoten des Netzes und sind dafür zuständig, die ordnungsgemäße Funktion des Netzes sicherzustellen, um Netzdienste für alle Benutzers des Netzes zu gewährleisten. Viele Überwachungsfunktionen müssen jedoch in anderen Knoten des Netzes stattfinden. Die Einrichtung von Verbindungen und die Prüfung dieser Verbindungen müssen beispielsweise von einem der Knoten im Leitweg der Verbindung eingeleitet werden, normalerweise vom Quellenknoten. Um die Einrichtung, Unterbrechung und Wiederherstellung von Leitwegen oder Pfaden durch das Netz für die Übertragung von Daten zwischen Benutzern des Netzes zentral zu verwalten, ist es daher notwendig, einen Mechanismus zur fernen Überwachung, Einrichtung, Beendigung und Neuzuweisung solcher Leitwege von einem zentral gelegenen Überwachungs- oder Verwaltungsknoten im Netz bereitzustellen. Der zentrale Knoten wird normalerweise als Verwaltungsknoten und alle anderen Knoten werden als Agentknoten bezeichnet. Leitwege zwischen Agentknoten werden im Ursprungsagentknoten des Leitwegs erzeugt, und solche Knoten werden entweder durch den Namen des Zielknotens (als benannter Leitweg bezeichnet) oder durch Angabe der Folge von Knoten und Übertragungsverbindungen angegeben, die den Leitweg (als Verbindungsleitweg bezeichnet) bilden. In jedem Fall ist es wünschenswert, Leitwege von einem zentralen Verwaltungsknoten fern einzurichten, um Verbindungsfehlern, Belegzuständen (congestion) oder der Notwendigkeit, Ressourcen aus dem Dienst zu entfernen, Rechnung zu tragen. Ein Beispiel eines solchen Verwaltungssystems ist beispielsweise in EP-A-0858 654 zu finden.

[0003] Der häufigste Steuerbefehlmechanismus, der zur Verwaltung von Paketnetzen von einer zentralen Position aus verfügbar ist, verwendet die Befehle "SET" (Einstellen eines Wertes von einer fernen Position aus) und "GET" oder "GET_NEXT" (Abrufen eines Wertes von einer fernen Position aus). Eine solche Befehlsstruktur ist als Simple Network Management Protocol (SNMP) bekannt. Im SNMP-System wird ein einfacher Befehl "GET" oder "GET_NEXT" verwendet, um einen einzelnen Wert von einem fernen Knoten im Paketnetz zu erhalten. Ähnlich wird ein einfacher Befehl "SET" verwendet,

um einen einzelnen Wert in einem fernen Knoten des Paketnetzes einzustellen. Leider eignet sich diese einfache Befehlsstruktur nicht gut für die Erzeugung, Löschung und Änderung von Leitwegen, wie es für die gesamte Leitwegverwaltung notwendig ist. In den Systemen nach dem Stand der Technik, die eine solch begrenzte Befehlsstruktur verwenden, ist es schwierig oder unmöglich, Leitwegänderungen im gesamten Paketübertragungssystem zentral zu verwalten. Ohne zentrale Verwaltung muss jeder Knoten alle von diesem ausgehenden Leitwege verwalten, wobei eine Verdopplung der Verwaltungseinrichtungen in jedem der Knoten erforderlich ist, wodurch die Kosten und die Komplexität erhöht und der Durchsatz des Netzes vermindert werden.

[0004] Bei Versuchen zur zentralen Verwaltung von Leitweglenkungspfaden unter Verwendung dieser Standardbefehle zur Interaktion zwischen Verwalter und Agent treten mehrere Probleme auf. Der Netzverwalter hat beispielsweise keine Kenntnis davon, welche Leitwege aufgrund einer Übertragung oder eines Gerätefehlers dynamisch geändert wurden oder wie oft solche Änderungen aufgetreten sind. Ähnlich hat der Netzverwalter keine Möglichkeit, die erneute Berechnung eines Leitwegs einzuleiten, nachdem eine fehlerhafte Ressource für den Dienst wiederhergestellt wurde, oder anzugeben, dass ein bestimmter Leitweg verwendet werden muss.

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Gemäß der veranschaulichenden Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Pfadverwaltungssystem bereitgestellt, das eine zentrale Verwaltung der Verbindungsleitweglenkung in Systemen mit einer begrenzten Protokollsteuerbefehlsstruktur bereitstellt. Insbesondere wird ein als Pfadobjekt bezeichnetes Datenobjekt als ein Lesen-Schreib-Datenwert (read-write data value) definiert und für jeden von einem bestimmten Knoten ausgehenden Pfad angegeben. In jedem Agentknoten des Netzes wird eine als Pfadtabelle bezeichnete Tabelle solcher Pfadobjekte eingerichtet. Diese Datenobjekte, die unter Verwendung eines "SET"-Befehls fern auf jeden gewünschten Wert gesetzt werden können, werden zum Einleiten der Erzeugung oder Löschung von Datenleitwegen verwendet. Das heißt, jedes Pfadobjekt wird vom lokalen Agentknoten überwacht, und wenn eine Änderung des Wertes erkannt wird, wird ein neuer Pfad erzeugt, der durch den neuen Wert im Pfadobjekt gekennzeichnet wird. Jedes Pfadobjekt in der Pfadtabelle enthält Felder, die die Kennzeichnung des Pfades, den Leitweg des Pfades und Verwaltungsdaten angeben, beispielsweise die Anzahl von Paketen, die in jeder Richtung auf diesem Pfad übertragen werden.

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird außerdem in allen Agentknoten, die Endpunkte von Pfadleitwegen sind, eine Pfadstatusdatentabelle (path

status data table) verwaltet. Ein neuer Statuseintrag in der Pfadstatustabelle wird jedes Mal erzeugt, wenn ein Leitweg gelöscht oder geändert wird. Jeder Statuseintrag in der Pfadstatustabelle enthält eine Vielzahl von Feldern, die die Kennzeichnung des Pfades, den Zeitpunkt der Einrichtung, den Leitweg des alten Pfades, den Leitweg des neuen Pfades, die Ursache für die Erzeugung des neuen Pfades und das Ergebnis des Versuches zur Erzeugung des Pfades, d. h. Erfolg oder Fehlschlag, angeben. Es wird nicht nur ein neuer Eintrag in der Pfadstatustabelle erzeugt, wenn der zentrale Pfadverwaltungsknoten die Erzeugung eines neuen Pfades steuert, sondern auch, wenn der neue Pfad auf den eigenen Pfaderzeugungsalgorithmus des Agentknotens hin erzeugt wird.

[0007] Die Interaktionen zwischen Verwaltungsknoten und Agentknoten sind vollkommen unabhängig von der verwendeten Überwachungs-Steuerbefehlsstruktur. Wie oben angedeutet wurde, kann das SM-NP-Verwaltungsprotokoll verwendet werden. Es können auch andere Verwaltungsbefehlsstrukturen verwendet werden, darunter Common Management Information Protocol (CMIP), System Network Administration, Management Services (SNA/MS) Protocol und viele andere firmenspezifische Befehlsprotokolle.

[0008] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Unabhängigkeit des Leitwegverwaltungssystems von den tatsächlichen Leitweglenkungsprotokollen, die von den Agentknoten verwendet werden. In der Tat könnten verschiedene Knoten unterschiedliche Leitweglenkungsalgorithmen verwenden und dennoch am zentralen Leitweglenkungs-Verwaltungssystem der vorliegenden Erfindung teilhaben. Beispielsweise können das High Performance Routing- (HPR-) Protokoll sowie andere Verbindungsstatus-Leitweglenkungsprotokolle verwendet werden, wie das Advanced Peer-to-Peer Networking- (APPN-) Protokoll, das Open Shortest Path First- (OSPF-) Protokoll, die vom Übertragungssteuerprogramm verwendet werden, das Internet Protocol (TCP/IP) und das Intermediate System to Intermediate System- (IS-IS-) Protokoll, die von Open Systems Interconnect (OSI) und TCP/IP verwendet werden.

[0009] Es ist zu erkennen, dass die Pfadverwaltungsverfahren der vorliegenden Erfindung die zentrale Verwaltung aller Leitwege in einem gesamten Paketnetz von einem einzigen Leitwegverwaltungsknoten aus unter Verwendung von nur einer einfachen SNMP-ähnlichen Befehlsstruktur ermöglichen. Diese zentrale Leitwegverwaltung verringert die Verdopplung, die Kosten und die Komplexität der Leitwegverwaltungsfunktion.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Ein vollständiges Verständnis der vorliegenden Erfindung kann durch Betrachten der folgenden

ausführlichen Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen erlangt werden, in denen: [0011] **Fig. 1** ein allgemeines Blockschaltbild eines Paketkommunikationsnetzes zeigt, in dem ein zentrales Leitwegverwaltungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden könnte; [0012] **Fig. 2** ein ausführlicheres Blockschaltbild eines typischen Entscheidungspunktes im Netz von **Fig. 1** zeigt, an dem Pakete in das Netz eintreten oder entlang des Leitwegs zu einem Ziel für jedes Paket weitergeleitet werden können und in dem Leitwegerzeugungseinrichtungen sowie ein Leitwegverwaltungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden könnten; [0013] **Fig. 3** eine grafische Darstellung eines Eintrags in einer Pfadtablette in dem neue Pfade erzeugenden Knoten zeigt und die von dem in **Fig. 2** Leitwegverwaltungssystem verwendet wird, um neue Pfade einzuleiten; [0014] **Fig. 4** eine grafische Darstellung eines Eintrags in einer Pfadstatustabelle zeigt, die von dem in **Fig. 2** gezeigten Leitwegverwaltungssystem verwendet wird, um Daten bezüglich jedes Pfades im Netz von **Fig. 1** wiederherzustellen; [0015] **Fig. 5** ein allgemeines Flussdiagramm des Prozesses zum Einleiten einer Pfadänderung von einem zentralen Verwaltungsknoten aus unter Verwendung eines Pfadtabelleneintrags von **Fig. 3** gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt; und [0016] **Fig. 6** ein ausführliches Flussdiagramm eines typischen Prozesses zeigt, der zum fernen Steuern einer Pfadumschaltung im Netz von **Fig. 1** gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird. [0017] Zur Erleichterung des Leserverständnisses werden zum Bezeichnen von gleichen Elementen in den Figuren identische Ziffern verwendet.

Ausführliche Beschreibung

[0018] Mit Bezugnahme auf insbesondere **Fig. 1** wird ein allgemeines Blockschaltbild eines Paketübergangssystems **10** gezeigt, das acht von **1** bis **8** nummerierte Netzknoten **11** umfasst. Jeder der Netzknoten **11** ist durch eine oder mehrere Kommunikationsverbindungen A bis L mit anderen der Netzknoten **11** verbunden. Jede solche Kommunikationsverbindung kann entweder eine permanente Verbindung oder eine selektiv aktivierte (Wähl-) Verbindung sein. Irgendeiner oder alle der Netzknoten **11** können mit Endknoten verbunden werden, wobei der Netzknoten **2** als mit den Endknoten **1**, **2** und **3**, der Netzknoten **7** als mit den Endknoten **4**, **5** und **6** und der Netzknoten **8** als mit den Endknoten **7**, **8** und **9** verbunden gezeigt werden. Die Netzknoten **11** umfassen jeweils ein Datenverarbeitungssystem, das für alle verbundenen Knoten, Netzknoten und Endknoten Datenübertragungsdienste sowie Entscheidungspunkte im Knoten bereitstellt. Die Netzknoten **11** umfassen jeweils einen oder mehrere Entscheidungspunkte im Knoten, wobei eingehende Datenpakete an diesem

Punkt selektiv auf eine oder mehrere der ausgehenden Kommunikationsverbindungen geleitet werden, die in diesem Knoten oder in einem anderen Knoten enden. Solche Leitweglenkungsentscheidungen werden auf Daten im Vorsatz des Datenpaketes hin getroffen. Der Netzknoden stellt außerdem untergeordnete Dienste bereit, beispielsweise die Berechnung von neuen Leitwegen oder Pfaden zwischen Endknoten, die Bereitstellung einer Zugriffssteuerung auf Pakete, die bei diesem Knoten in das Netz eingehen, die Bereitstellung von Verzeichnisdiensten und die Verwaltung der Topologiedatenbank in diesem Knoten. Gemäß der vorliegenden Erfindung können ein oder mehrere der Netzknoden 11 außerdem ein zentrales Leitwegverwaltungssystem umfassen.

[0019] Jeder der Endknoten 12 umfasst entweder eine Quelle von digitalen Daten, die zu einem anderen Endknoten übertragen werden müssen, eine Nutzungseinheit zum Verwenden von digitalen Daten, die von einem anderen Knoten empfangen wurden, oder beides. Benutzer des Paketkommunikationsnetzes 10 von **Fig. 1** können eine mit dem lokalen Netzknoden 11 verbundenen Endknoteneinheit 12 verwenden, um auf das Paketnetz 10 zuzugreifen. Der lokale Netzknoden 11 setzt die Daten des Benutzers in Pakete um, die zur Übertragung im Paketnetz von **Fig. 1** geeignet formatiert werden, und erzeugt den Vorsatz, der zur Leitweglenkung der Pakete durch das Netz 10 verwendet wird.

[0020] Um Pakete im Netz von **Fig. 1** zu übertragen, ist es notwendig, einen ausführbaren Pfad oder Leitweg durch das Netz vom Quellenknoten zum Zielknoten zur Übertragung solcher Pakete zu berechnen. Um eine Überlastung von irgendeiner der Verbindungen auf diesem Leitweg zu vermeiden, wird der Leitweg gemäß einem Algorithmus berechnet, der sicherstellt, dass auf jedem Zweig der neuen Verbindung eine angemessene Bandbreite verfügbar ist. Ein solches Berechnungssystem eines optimalen Leitwegs wird in dem am 3. August 1993 erteilten US-Patent 5 233 604 beschrieben. Sobald ein solcher Leitweg berechnet worden ist, wird eine Verbindungsanforderungsnachricht im Netz gestartet, die dem berechneten Leitweg folgt und die Bandbreitenbelegung jeder Verbindung entlang des Leitwegs aktualisiert, um die neue Verbindung widerzuspiegeln. Datenpakete können sodann entlang des berechneten Leitwegs vom Ursprungsknoten zum Zielknoten (und vom Zielknoten zum Ursprungsknoten) übertragen werden, indem dieser Leitweg in den Vorsatz des Datenpaketes aufgenommen wird.

[0021] In **Fig. 2** wird ein allgemeines Blockschaltbild einer Netzknoden-Steuerschaltung gezeigt, die in den Knoten 11 von **Fig. 1** möglicherweise zu finden ist. Die Knotensteuerschaltung von **Fig. 2** umfasst eine Hochgeschwindigkeits-Paketvermittlungsstruktur (high speed packet switching fabric) 30, auf die im Knoten eingehende Pakete eingegeben werden. Solche Pakete gehen über Übertragungsverbindungen von anderen Knoten des Netzes, beispielsweise die

Verbindungen A bis L von **Fig. 1**, über die Übertragungsschnittstellen 31 ein, oder werden lokal über lokale Benutzerschnittstellen 30 übertragen. Gemäß bereits bekannten Paketnetzvorgängen verbindet die Vermittlungsstruktur 30 unter der Steuerung der Leitwegsteuereinheit 33 jedes der eingehenden Datenpakete mit der entsprechenden der ausgehenden Übertragungsverbindungsschnittstellen 31 oder mit der geeigneten der lokalen Benutzerschnittstellen 32. In der Tat werden auch Netzverwaltungssteuernachrichten auf dieselbe Weise wie Datenpakete im Paketnetz gestartet und aus diesem empfangen. Das heißt, jedes im Netz von **Fig. 1** übertragene Netzpacket, ob Daten oder Steuernachricht, wird mit Hilfe der Vermittlungsstruktur 30 weitergeleitet, wie in **Fig. 2** gezeigt wird.

[0022] Die Leitwegsteuereinheit 33 wird verwendet, um optimale Leitwege für im Knoten von **Fig. 2** erzeugte Nachrichten zu berechnen. Die Steuereinheit 33 kann beispielsweise aktualisierte Daten in der Netztopologiedatenbank 34 verwenden, um den optimalen Leitweg unter Verwendung eines Algorithmus wie dem im zuvor erwähnten Patent 5 233 604 beschriebenen zu berechnen. Sobald solche optimalen Leitwege berechnet worden sind, werden sie lokal im Knoten von **Fig. 2** gespeichert und von der Leitwegsteuereinheit 33 verwendet, um diesen Leitweg zum Vorsatz aller zu diesem Ziel weiterzuleitenden Datenpakete hinzuzufügen. Es ist in **Fig. 2** zu erkennen, dass jedes von diesem Knoten aus auf dem zuvor berechneten Leitweg zum gewünschten Ziel gestartete Paket unter der Steuerung eines zuvor berechneten, gespeicherten Leitweglenkungsvektors (routing vector) demselben Pfad folgt.

[0023] Gelegentlich ist es wünschenswert, diese zuvor berechneten Pfade aufgrund von Fehlern, Belegzuständen usw. zu ändern. Falls die Leistung eines bestimmten Leitwegs beispielsweise plötzlich schlechter wird oder ausfällt, ist es möglicherweise wünschenswert, einen neuen Leitweg von diesem Ursprungsknoten zum selben Zielknoten zu berechnen, möglichst ohne die Mängel des ursprünglichen Leitwegs. Diese Leitwegänderung kann aufgrund der Tatsache nötig werden, dass eine bestimmte Netzressource aus dem Dienst (oder in den Dienst) genommen wurde und folglich nun verschiedene Ressourcen zum Erstellen des Leitwegs verfügbar sind.

[0024] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird im Knoten von **Fig. 2** eine Leitwegverwaltungssteuereinheit 35 zur zentralen Verwaltung der Einrichtung und Ausführung aller Leitweglenkungsprotokollpfade des Netzes von **Fig. 1** bereitgestellt. Die Verbindungen der Leitwegverwaltungssteuereinheit 35 werden mit gepunkteten Linien gezeigt, um anzudeuten, dass nicht alle der Netzknoden 11 (**Fig. 1**) mit einer Leitwegverwaltungssteuereinheit 35 versehen werden müssen. In der Tat muss nur einer der Netzknoden 11 mit einer Leitwegverwaltungssteuereinheit 35 ausgestattet werden, und dieser eine Netzknoden ist für die Verwaltung der von allen Netzknoden 11 in **Fig. 1** aus-

gehenden Leitweglenkungsprotokolmpfade zuständig. Alternativ kann eine Vielzahl von Netzknoten **11** mit Leitwegverwaltungssteuereinheiten **35** ausgestattet werden, wobei jedoch nur eine der Steuereinheiten **35** zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiv ist, wodurch eine Sicherungsredundanz bereitgestellt wird. In der Tat kann jeder Knoten **35** vollständig mit der Fähigkeit zur Netzeitwegverwaltung versehen werden, jedoch nur einer zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiviert werden. In jedem Fall ist der Knoten, dem aktuell die Testverwaltungsfunktion zugewiesen wurde, als der "Verwaltungs"-Knoten bekannt, während alle anderen Knoten des Netzes als "Agent"-Knoten bekannt sind. Im Verwaltungsknoten wird eine Leitwegverwaltungsdatenbank **38** zur Speicherung der Leitwegverwaltungsdaten bereitgestellt.

[0025] Gemäß der vorliegenden Erfindung beinhaltet jeder Agentknoten außerdem eine Pfadtafel **36**. Die Pfadtafel **36** enthält eine Vielzahl von Einträgen, einen für jeden aktiven Leitweg, der von diesem Knoten ausgeht oder an diesem endet. Wie in Verbindung mit **Fig. 3** ausführlich beschrieben wird, kennzeichnet jeder Pfadtabelleneintrag eindeutig den Pfad, den er darstellt, gibt die Elemente des Pfades und deren Folge an, d. h. die Verbindungen und Knoten, die den Pfad ausmachen. Andere Verwaltungsdaten bezüglich des Pfades wie die Verkehrsdichte können ebenfalls in jedem Eintrag in der Pfadtafel **36** enthalten sein. Die Einträge der Tabelle **36** können unter Verwendung einer einfachen "GET"- oder "GET NEXT"-Befehlsstruktur wie in SNMP von fern Positionen aus gelesen werden.

[0026] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Vielzahl von Pfaddatenobjekten in jedem Agentknoten definiert, die durch einen fern eingeleiteten "SET"-Befehl auf einen bestimmten Wert gesetzt werden können. Die Werte in diesen Pfaddatenobjekten werden fortlaufend überwacht, und falls irgendeine Änderung auftritt, leitet die Leitwegsteuereinheit **33** die Erzeugung eines neuen Pfades ein, der durch den neuen Wert im Pfaddatenobjekt gekennzeichnet ist. Für jeden erzeugten neuen Pfad erfolgt ein Eintrag in die Pfadtafel **36**, wobei die Kennzeichnung des neuen Pfades aus dem geänderten Pfadobjekt verwendet wird. Für Pfade, die aufgrund des Pfadleitungsgenauigkeitsalgorithmus des Agentknotens dynamisch in diesem erzeugt werden, sowie für Pfade, deren Erzeugung durch eine ferne (vom Verwaltungsknoten eingeleitete) Änderung am Pfaddatenobjekt eingeleitet wurde, erfolgt ein Eintrag in der Pfadtafel. Pfade, die im Pfaddatenobjekt ermittelt werden können, enthalten Punkt-zu-Punkt-Pfade, die nur durch den benannten Zielknoten gekennzeichnet sind und als benannter Zielleitweg (named destination route) bezeichnet werden, und Verbindungsleitwege, bei denen jeder Zweig (Übertragungsverbindung) des Pfades gesondert ermittelt und als Verbindungsleitweg bezeichnet wird.

[0027] Gemäß der vorliegenden Erfindung enthält jeder Agentknoten außerdem eine Pfadstatustabelle

37. Wie in Verbindung mit **Fig. 4** ausführlich erläutert wird, enthält jeder Eintrag in der Pfadstatustabelle Daten über den Status von jedem der in der Tabelle **36** gekennzeichneten Pfade. Wenn ein neuer Pfad erzeugt wird, wie durch eine Änderung am Pfadbeschreibungsobjekt (path specification object) (Feld **22**, **Fig. 3**) in einem Eintrag der Pfadtafel **36** dargestellt wird, erfolgt ein Statuseintrag des neuen Pfades in der Pfadstatustabelle **37**, der Einzelheiten über den Pfad enthält, darunter den Zeitpunkt der Einleitung, die Einzelheiten vom alten als auch vom neuen Pfad, die Ursache für die Änderung und den Erfolg oder Misserfolg des Pfaderzeugungsprozesses. Diese Inhalte werden in Verbindung mit **Fig. 4** ausführlicher beschrieben.

[0028] Vor der Erläuterung von **Fig. 3** sei darauf hingewiesen, dass die Schaltungen von **Fig. 2** als spezielle Schaltungen realisiert werden können. In der bevorzugten Ausführungsform werden jedoch alle in Verbindung mit den **Fig. 5** bis **7** beschriebenen Steuereinheiten durch Programmieren eines Universalcomputers realisiert. Die Vorbereitung der Programme, die zum Ausführen dieser Funktionen benötigt werden, ist für Fachleute auf dem Gebiet der programmierten Paketnetztechnik offensichtlich, insbesondere im Hinblick auf die ausführlichen Flussdiagramme, die in Verbindung mit den **Fig. 5** bis **7** beschrieben werden.

[0029] In **Fig. 3** wird eine grafische Darstellung eines einzelnen Eintrags in einer Pfadtafel gezeigt, die der Pfadtafel **36** von **Fig. 2** entspricht. Gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten die Speicheranlagen in jedem der Agentknoten **11** (**Fig. 1**) jeweils zwei Tabellen, eine Pfadtafel **36** und eine Pfadstatustabelle **37**. Wie oben erwähnt wurde, enthält die Pfadtafel einen Eintrag für jeden Leitweg, der von diesem Agentknoten ausgeht oder an diesem endet, wobei jeder Eintrag das in Verbindung mit **Fig. 3** beschriebene Format hat. Die Pfadstatustabelle enthält außerdem einen Eintrag für jeden Leitweg, der von diesem Agentknoten ausgeht oder an diesem endet und das in Verbindung mit **Fig. 4** beschriebene Format hat. Gemäß der vorliegenden Erfindung können alle der lokal eingeleiteten Pfade vom Verwaltungsknoten durch einfache "SET"-, "GET"- oder "GET_NEXT"-Befehle verwaltet werden, die von der zentralen Leitwegverwaltungssteuereinheit **35** im Verwaltungsknoten ausgegeben werden und zum Einstellen oder Abrufen von Einträgen in den Tabellen **36** und **37** in jedem der Agentknoten **11** des Netzes von **Fig. 1** dienen.

[0030] Mit erneuter Bezugnahme auf den Seitentabelleneintrag von **Fig. 3** ist das erste Feld **20** des Pfadtabelleneintrags eine Pfadkennung (path identification number). Dieses Pfadkennzeichnungsfeld **20** dient zur eindeutigen Kennzeichnung von jedem der Einträge in der Pfadtafel **36**. Da es für jeden der Pfade, die von dem Agentknoten ausgehen oder an diesem enden, in dem die Pfadtafel gespeichert wird, einen solchen Eintrag gibt, dient das Pfadkenn-

zeichnungsfeld **20** außerdem zur Kennzeichnung der Pfade selbst. Das zweite Feld **22** der Pfadtabelle umfasst eine Kennzeichnung des tatsächlichen Leitwegs, dem der Pfad folgt, d. h. eine Sprung-Sprung-Kennzeichnung (hop-by-hop identification) der Verbindungen und Knoten entlang dieses Pfades. Die Felder **23** und **24** enthalten nützliche Verwaltungsdaten über diesen Pfad. In **Fig. 3** enthält das Feld **23** beispielsweise einen Zählerwert der Anzahl von Paketen, die auf diesem Pfad in diesem Knoten eingehen, und das Feld **24** enthält einen Zählerwert der Anzahl von Paketen, die diesen Knoten auf diesem Pfad verlassen. Diese Daten sind nützlich zur Ermittlung der Pfadnutzung und folglich der Notwendigkeit zur Erzeugung eines neuen Pfades (falls die Nutzung beispielsweise unerwartet hoch ist).

[0031] Der Inhalt des Feldes **22** der Pfadtabelle von **Fig. 3** fungiert als Auslöser zum Einleiten eines Versuchs zur Erzeugung eines neuen Pfades oder Leitwegs zum Zielknoten. Das heißt, falls der Inhalt des Feldes **22** geändert wird, beispielsweise durch einen "SET"-Befehl von einem fernen Verwaltungsknoten, versucht die Leitwegsteuereinheit **33** (**Fig. 2**), einen neuen Leitweg von diesem Agentknoten zum Zielagentknoten zu erzeugen. Falls der Inhalt des Feldes **22** zur Beschreibung eines neuen Pfades geändert wird, versucht die Leitwegsteuereinheit **33**, einen Pfad entsprechend dieser neuen Pfadbeschreibung zu erzeugen. Falls der Inhalt des Feldes **22** leer bleibt, versucht die Leitwegsteuereinheit **33**, unter Verwendung ihres eigenen Leitweglenkungsalgorithmus einen neuen Pfad zum Zielknoten zu erzeugen. Folglich ist zu erkennen, dass die Pfadbeschreibungsfelder **22** in den Pfadtabellen **36** in allen Agentknoten des Netzes von **Fig. 1** einen Mechanismus zum fernen Ändern von Datenleitwegen durch das Netz durch einen Verwaltungsknoten bereitstellen und folglich die zentrale Verwaltung von Pfadänderung gemäß der vorliegenden Erfindung ermöglichen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Pfadtabelle **36** außerdem Änderungen an den Pfaden aufgrund des normalen Betriebs der im Agentknoten eingeleiteten Agentleitweglenkungsprotokolle widerspiegeln.

[0032] In **Fig. 4** wird eine grafische Darstellung eines einzelnen Eintrags in der Pfadstatustabelle **37** in einem lokalen Agentknoten gezeigt. Es wird jedes Mal ein neuer Eintrag für die Pfadstatustabelle erzeugt, wenn ein Versuch unternommen wird, das Pfadbeschreibungsfeld **22** von **Fig. 3** von einem Eintrag in der Pfadtabelle **36** von **Fig. 2** zu ändern. Wie oben dargelegt wurde, kann eine Änderung in einem Pfadbeschreibungsfeld **22** (**Fig. 3**) der Pfadtabelle **36** (**Fig. 2**) eines Agentknotens auf einen "SET"-Befehl von einem Verwaltungsknoten hin oder auf das automatische Antworten von Agentleitweglenkungs-Algorithmen auf Fehler im Netz hin eingeleitet werden. Ebenso wie die Pfadtabelle **36** enthält die Pfadstatustabelle einen Eintrag für jeden Pfad, der von diesem lokalen Agentknoten ausgeht oder an diesem

endet. Der Pfadstatustabelleneintrag von **Fig. 4** enthält ein Ereignisindexfeld (event Index field) **40**, das eine eindeutige Folgenummer enthält, die die Reihenfolge kennzeichnet, in der Versuche zur Pfadänderung aufgetreten sind. Ein Zeitstempelfeld **41** enthält seinerseits den Zeitpunkt, zu dem dieser Pfadänderungsversuch stattfand. Das Pfadkennzeichnungsfeld **42** enthält einen eindeutigen Wert, der einen Pfad kennzeichnet und direkt dem Pfadindex (Feld **40**, **Fig. 3**) in der Pfadtabelle entspricht. Dieses Pfadkennzeichnungsobjekt wird zum Zuordnen von Einträgen in der Pfadstatustabelle zu den Einträgen in der Pfadtabelle verwendet. Das Feld **43** "Alter Pfad" enthält eine Kopie des Pfadbeschreibungsfeldes **22** (**Fig. 3**) für diesen Pfad unmittelbar vor dem Zeitpunkt eines Pfadänderungsversuchs. Es ist eine Sprung-Sprung-Kennzeichnung der Verbindungen und Knoten entlang dieses Pfades. Das Feld **44** "Neuer Pfad" enthält außerdem eine Verbindung-Verbindung-Kennzeichnung des Pfades vom Ursprungsknoten zum Zielknoten. Das Feld **44** ist leer, falls der neue Pfad nicht vom Agentleitweglenkungsprotokoll berechnet werden kann. Der Wert im Feld **44** "Neuer Pfad" kann sogar gleich dem Wert im Feld **43** "Alter Pfad" sein, falls beispielsweise das Agentleitweglenkungsprotokoll denselben Leitweg vom Ursprungsknoten zum Zielknoten berechnete, da kein besserer Leitweg verfügbar war. Das Feld **45** enthält die Ursache für diese Pfadänderung, d. h. vom fernen Verwaltungsknoten oder lokal durch normale Leitweglenkungsprotokoll-Entscheidungen eingeleitet. Das Feld **46** enthält schließlich die Ergebnisse dieses Versuchs zum Ändern des Leitwegs, d. h. eine erfolgreiche oder nicht erfolgreiche Änderung des Leitwegs.

[0033] Es ist zu erkennen, dass die Tabelleneinträge der **Fig. 3** und **4** alle wichtigen Parameter erfassen, die an Änderungen an Pfaden beteiligt sind, die von dem diese Tabellen enthaltenden Knoten ausgehen. Außerdem können solche Pfadänderungen eingeleitet werden, indem einfach ein Wert in ein Pfadbeschreibungsfeld **22** im Ursprungs- oder Endknoten für diesen Pfad gesetzt wird. Da ein solcher Werteinstellungsvorgang von einem fernen Verwaltungsknoten ausgeführt werden kann, kann die Steuerung solcher Pfadänderungen für alle Pfade im Netz im Verwaltungsknoten zentralisiert werden, wodurch die Fähigkeit und das Personal zur Pfadanalyse an einem zentralen Verwaltungsknoten konzentriert werden. Die ausführlichen Prozesse zum Ausführen dieser zentralen Pfadänderungs-Verwaltungsfunktionen werden in den **Fig. 5** und **6** dargestellt.

[0034] Insbesondere mit Bezugnahme auf **Fig. 5** wird ein ausführliches Flussdiagramm des Prozesses zum Einleiten einer Pfadänderung gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt. Auf den Startblock **50** folgt der Block **51**, in dem ein Befehl "SET_PATH" vom Verwaltungsknoten gestartet wird. Der Befehl "SET_PATH" enthält einen Index, der einen bestimmten Eintrag in der Pfadtabelle **36** im Agentknoten angibt, zu dem er geleitet wird, und einen Pfadbeschrei-

bungswert, der den Inhalt des Feldes **22** (**Fig. 3**) im gekennzeichneten Eintrag ersetzen soll. Wie oben dargelegt wird, kann der Pfadbeschreibungswert null sein, falls es wünschenswert ist, dass der Leitweglenkungsalgorithmus des Agenten den neuen Pfad berechnet. Der Befehl "SET_PATH" wird zum gewünschten Agentknoten übertragen, wobei ein geeigneter Vorsatz für den Befehl verwendet wird. Im fernen Agentknoten wird in den Entscheidungsblock **52** eingetreten, wo festgestellt wird, ob der Index (Eintragskennzeichner) im Befehl gültig ist, das heißt, ob ein diesem Index entsprechender Eintrag vorhanden ist. Falls nicht, wird in den Block **53** eingetreten, wo der Befehl "SET" zurückgewiesen wird und der Verwaltungsknoten durch den Pfeil **63** benachrichtigt wird.

[0035] Falls der Index gültig ist, wie durch den Entscheidungsblock **52** festgestellt wird, wird in den Block **54** eingetreten, wo der Befehl "SET" angenommen und der Verwaltungsknoten durch den Pfeil **64** über diese Tatsache benachrichtigt wird. Nachdem der Agentknoten den Befehl "SET" im Block **54** annimmt, wird in den Entscheidungsblock **55** eingetreten, wo festgestellt wird, ob ein Pfad im Befehl "SET" angegeben wird. Falls ein Pfad im Befehl "SET" angegeben wird, wird in den Block **57** eingetreten, um die vorhandene Pfadbeschreibung zu überprüfen. Falls kein Pfad im Befehl "SET" angegeben wird, wird in den Block **56** eingetreten, um einen neuen Pfad zum Zielleitweg zu berechnen. In jedem Fall wird in den Entscheidungsblock **58** eingetreten, um festzustellen, ob der Pfad möglich ist, d. h., ob die Pfadberechnung erfolgreich ausgeführt oder der vorhandene Pfad überprüft wurde. Falls nicht, wird ein entsprechender Statustabelleneintrag im Block **61** ausgeführt und der Prozess im Block **62** beendet.

[0036] Falls der Pfad erfolgreich berechnet oder erfolgreich überprüft wurde, wie durch den Entscheidungsblock **58** festgestellt wird, wird in den Block **59** eingetreten, wo der Pfadbeschreibungseintrag (Feld **22**, **Fig. 3**) in der Pfadabelle **36** mit dem neuen Pfad aktualisiert wird. Anschließend wird in den Block **60** eingetreten, um den berechneten bzw. überprüften Pfad endgültig festzulegen. Danach wird in Block **61** eingetreten, um einen neuen Eintrag in der Pfadstatustabelle **37** (**Fig. 2**) zu erzeugen, wobei alle in **Fig. 4** angegebenen Daten aufgezeichnet werden. Der Prozess von **Fig. 5** endet sodann im Endblock **62**.

[0037] Falls eine Pfadänderung vom Agentknoten aufgrund des normalen Betriebs seines Leitweglenkungsalgorithmus unabhängig eingeleitet werden muss, wie im Block **65** angezeigt wird, wird in den Block **56** eingetreten, um einen neuen Leitweg zu berechnen. Anschließend geht der Prozess weiter, wie oben beschrieben wird. Es sei darauf hingewiesen, dass eine Leitwegänderung von jedem Ende des Leitwegs aus eingeleitet werden kann, wie oben beschrieben wird. Die Pfadstatustabelleneinträge werden in dem die Änderung einleitenden Agentknoten

gespeichert. Leitwegänderungen, die an einem Ende des Leitwegs eingeleitet werden, werden im normalen Verlauf des Pfadänderungsprozesses außerdem im Agentknoten am anderen Ende des Leitwegs aufgezeichnet. Der lokale Agentknoten kann ebenfalls eine Pfadänderung einleiten, wie im Block **65** gezeigt wird, indem ein neuer Leitweg für eine Verbindung vorgeschrieben wird. Anschließend wird in den Block **58** eingetreten, um den vorgeschriebenen Leitweg auf Ausführbarkeit zu prüfen, und die Verarbeitung erfolgt, wie in der Bilanz von **Fig. 5** gezeigt wird.

[0038] Es sei darauf hingewiesen, dass der in **Fig. 5** verwendete Befehl "SET" im Gegensatz zu den nach dem Stand der Technik verwendeten "GET"-Befehlen zur Einleitung von Leitwegänderungen keinerlei Zeitlimit benötigt. Außerdem werden die Ergebnisse des Versuchs zur Erzeugung eines neuen Pfades im Ursprungs- oder Endknoten des Pfades gespeichert und sind folglich immer verfügbar, wenn der Verwaltungsknoten diese Ergebnisse unter Verwendung eines Befehls "GET" oder "GET_NEXT" abrufen möchte. Die Pfadänderungsergebnisse können daher nicht aufgrund eines Zeitlimits verloren gehen, das durch Belegzustände, Blöcke von Datenverkehr mit hoher Priorität oder anderen Fehlern oder Störungen bei der Übertragung verursacht wird. Der Inhalt der Pfadabelle **36** und der Inhalt der Statustabelle **37** können vom Verwaltungsknoten durch Verwendung von "GET"- oder "GET_NEXT"-Befehlen abgerufen werden, die Fachleuten allgemein bekannt sind. Da der Prozess des Abrufens eines Eintrags in einer Tabelle oder einer gesamten Tabelle mittels von Befehlen "GET" oder "GET_NEXT" nach dem Stand der Technik allgemein bekannt ist, wird er hier nicht näher beschrieben.

[0039] Zum besseren Verständnis der Funktionsweise der vorliegenden Erfindung wird ein ausführliches Beispiel einer typischen Folge von Pfadverwaltungsbefehlen in Verbindung mit **Fig. 6** erläutert. **Fig. 6** stellt ein Flussdiagramm des ausführlichen Austauschs von Nachrichten zwischen einem Verwaltungsknoten **80** und einem Agentknoten **81** im Prozess der Leitwegverwaltung im Netz von **Fig. 1** dar. In **Fig. 6** enthält der linksseitige mit gestrichelten Linien dargestellte Block alle Vorgänge, die im Verwaltungsknoten **80** stattfinden, und der rechtsseitige mit gestrichelten Linien dargestellte Block enthält alle Vorgänge, die im Agentknoten **81** stattfinden. Wie oben dargelegt wird, enthält das Pfadindexfeld **40** von **Fig. 4** eine Folgennummer, die den Pfadstatustabelleneintrag kennzeichnet. Diese Pfadindexfeldwerte können einfach sequenzielle Indexnummern sein, die bei der Erzeugung der Einträge zugeordnet werden.

[0040] Vor der Einleitung einer Pfadänderung für einen bestimmten Leitweg ist es wünschenswert, dass der Verwaltungsknoten **80** einen geeigneten Pfadstatustabelleneintrag (Indexnummer) für die vorzuschlagende neue Pfadänderung ermittelt. In **Fig. 6** setzt der Verwaltungsknoten als Erstes den Indexwert ei-

nes "GET_NEXT"-Befehls auf "NULL". Herkömmlicherweise wird eine Anforderung nach einem Pfadstatustabelleneintrag von der Indexnummer der zuletzt verwendeten Indexnummer begleitet und gibt die Indexnummer der nächsten Eintragsposition in der Pfadstatustabelle zurück. Eine Anforderung nach der nächsten Indexnummer mit einem Wert von null wird durch die Ausgabe der Indexnummer des ersten Eintrags in der Pfadstatustabelle beantwortet. Wenn diese Antwort empfangen wird, wird sie überprüft, um festzustellen, ob es sich um eine Markierung "Ende der Tabelle" handelt. Falls nicht, wird der Index gespeichert und für eine neue Anforderung nach einer Pfadstatustabellen-Indexnummer verwendet. Dieser Anforderung-Antwort-Prozess wird wiederholt, bis die Markierung "Ende der Tabelle" erreicht wird. An diesem Punkt wird ein Befehl "SET_PATH" mit der neuen Pfadkennzeichnung vom Verwaltungsknoten übertragen. Nach dem Empfang wird dieser Befehl "SET_PATH" verarbeitet, wie in Verbindung mit **Fig. 5** beschrieben wird, um den Pfad erfolgreich zu erzeugen, den Pfadeintrag zu aktualisieren und einen Pfadstatuseintrag mit der im Befehl "SET_ATH" angegebenen Pfadkennzeichnung zu erzeugen. Die Ergebnisse (Erfolg oder Fehlschlag) dieses Versuchs zur Erzeugung eines neuen Pfades werden sodann zum Verwaltungsknoten rückübertragen.

[0041] Falls der Versuch zur Erzeugung des neuen Pfades fehlschlägt, kann der Verwaltungsknoten erneut versuchen, den Pfad zu ändern, und nach einer feststehenden Anzahl von nichterfolgreichen Versuchen den Prozess beenden. Falls der Versuch zur Erzeugung eines neuen Pfades jedoch erfolgreich ist, gibt der Verwaltungsknoten einen Befehl zum Abrufen des sich ergebenden Pfadstatustabelleneintrags aus. Falls die Antwort auf den Befehl eine dem Pfad, für den die Änderung angefordert wurde, entsprechende Pfadkennzeichnung (Feld **42**, **Fig. 4**) enthält UND falls die Ursache für die erfolgreiche Pfadänderung "MANAGER DIRECT" war, d. h. unter der Steuerung des Verwaltungsknotens (Felder **45** und **46** von **Fig. 4**), wird der abgerufene Pfadstatustabelleneintrag überprüft, um beispielsweise die Eignung des ausführlich beschriebenen neuen Pfades (Feld **44**, **Fig. 4**) festzustellen. Der Statustabelleneintrag wird sodann zur späteren Verwendung im Verwaltungsknoten gespeichert, und der Prozess wird in diesem beendet.

[0042] Es ist zu erkennen, dass der Prozess von **Fig. 6** zum fernen Einleiten von Pfadänderungen in einem Paketübertragungsnetz und zum Abrufen der ausführlichen Ergebnisse dieser Pfadänderungen in einem zentralen Leitwegsteuerungsverwaltungssystem dient, das sich in einem Knoten des Netzes befindet. Diese zentrale Leitwegverwaltungssteuerung verringert ihrerseits die Kosten und die Komplexität der Pfadverwaltung und ermöglicht eine in hohem Maße redundante Pfadverwaltungskapazität.

Patentansprüche

1. Paketkommunikationsnetz, das Folgendes umfasst:
 eine Vielzahl von Netzknoten (**11**), die durch Übertragungsleitungen (A, B, ... O) miteinander verbunden sind, wobei einer der Netzknoten als Verwaltungsknoten bezeichnet wird, wobei alle anderen Knoten als Agentknoten bezeichnet werden;
 eine Leitwegsteuereinheit (**33**) in jedem Netzknoten, um Leitwege durch das Netz von Quellenagentknoten zu entsprechenden Zielagentknoten im Netz festzulegen und zu ändern, wobei die Quellenagentknoten und die Zielagentknoten die Endpunkte der Leitwege umfassen;
 eine Topologiedatenbank (**34**) im Verwaltungsknoten zum Speichern der Daten bezüglich der Vielzahl von Netzknoten und der Vielzahl von Übertragungsverbindungen, wobei die Daten der Topologiedatenbank von der Leitwegsteuereinheit im Verwaltungsknoten zum Festlegen der Leitwege verwendet wird;
 eine Leitwegverwaltungssteuereinheit (**35**) im Verwaltungsknoten zum zentralen Verwalten von Änderungen an den Leitwegen durch Ferneinstellen eines Wertes in einem festgelegten Bereich von Werten in mindestens einem Agentknoten;
 eine Leitwegverwaltungsdatenbank (**38**) im Verwaltungsknoten zum Speichern der Leitwegverwaltungsdaten;
 eine Pfadtabelle (**36**) in jedem Agentknoten zum Einleiten jeder Pfadänderung an irgendeinem Leitweg, der vom jeweiligen Agentknoten ausgeht, auf die ferneingestellten Werte hin, gekennzeichnet durch eine Pfadstatustabelle (**37**) in jedem Agentknoten zum Speichern der Ergebnisse jeder Pfadänderung an irgendeinem Leitweg, der vom jeweiligen Agentknoten ausgeht;
 wobei die Leitwegverwaltungssteuereinheit einen zweiten Wert in mindestens einem Agentknoten außerhalb des festgelegten Bereichs von Werten ferninstellt, um den Agentknoten zu berechtigen, einen neuen Leitweg von dem mindestens einen Agentknoten zu einem entsprechenden Zielagentknoten festzulegen.

2. Netz nach Anspruch 1, wobei die Pfadtabelle in jedem Agentknoten für jeden vom Agentknoten ausgehenden oder an diesem endenden Pfad ein Pfadkennzeichnungsfeld (**20**), ein Pfadbeschreibungsfeld (**22**), ein Feld (**23**) "Eingehende Pakete" und ein Feld (**24**) "Ausgehende Pakete" enthält.

3. Netz nach Anspruch 2, wobei das Pfadbeschreibungsfeld eine Kennzeichnung von jeder Übertragungsverbindung und von jedem Netzknoten entlang des Leitweges enthält.

4. Netz nach Anspruch 2, wobei die Felder "Eingehende Pakete" und "Ausgehende Pakete" einen Zählerwert einer Gesamtanzahl von Paketen bereitstel-

len, die in den jeweiligen Agentknoten entlang des Leitweges eingehen und diesen verlassen, und der vom Verwaltungsknoten überwacht wird, um Pfadänderungen in dem mindestens einen Agentknoten einzuleiten.

5. Netz nach Anspruch 1, wobei die Pfadstatustabelle in jedem Agentknoten für jeden vom Agentknoten ausgehenden oder in diesem endenden Pfad ein Pfadindexfeld (40), ein Zeitstempelfeld (41), ein Pfadkennzeichnungsfeld (42), ein Feld (43) "Alter Pfad", ein Feld (44) "Neuer Pfad", ein Ursachenfeld (45) und ein Ergebnisfeld (46) enthält.

6. Netz nach Anspruch 5, wobei das Pfadindexfeld eine Folgennummer enthält, die eine Reihenfolge kennzeichnet, in der Versuche zur Änderung von Pfaden stattgefunden haben.

7. Netz nach Anspruch 5, wobei das Pfadkennzeichnungsfeld verwendet wird, um Einträge in der Pfadtafel mit entsprechenden Einträgen in der Pfadstatustabelle zu korrelieren.

8. Netz nach Anspruch 5, wobei das Ursachenfeld einen Eintrag enthält, der eine Ursache für jeden Versuch zur Änderung eines Pfades kennzeichnet, wobei die Ursache angibt, ob die versuchte Pfadänderung im Verwaltungsknoten oder im Agentknoten eingeleitet wurde.

9. Netz nach Anspruch 1, wobei die zentrale Verwaltung des Netzes von einer begrenzten Protokollsteuerbefehlsstruktur bereitgestellt wird.

10. Verfahren zur zentralen Verwaltung von Leitwegänderungen in einem verteilten Paketkommunikationsnetz, wobei eine Vielzahl von Netzknoten (11) durch Übertragungsverbindungen miteinander verbunden sind, wobei einer der Knoten als Verwaltungsknoten bezeichnet wird und alle anderen Knoten als Agentknoten bezeichnet werden, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Speichern von Daten bezüglich der Vielzahl von Netzknoten und der Vielzahl von Übertragungsverbindungen in einer Topologiedatenbank (34) im Verwaltungsknoten;

Festlegen von Leitwegen durch das Netz, die von einem als Quellenknoten fungierenden Netzknoten ausgehen und an einem anderen als Zielknoten fungierenden Netzknoten enden, unter Verwendung von in der Topologiedatenbank gespeicherten Daten; Speichern von Leitwegverwaltungsdaten in einer Leitwegverwaltungsdatenbank (38) im Verwaltungsknoten;

Ferneinstellen eines Wertes in einem festgelegten Bereich von Werten in einer Pfadtafel (36) in mindestens einem als Quellenknoten fungierenden Agentknoten, um den Agentknoten anzugeben, einen im Verwaltungsknoten festgelegten Leitweg zu

verwenden;

Ferneinstellen eines Wertes außerhalb des festgelegten Bereichs von Werten in einer Pfadtafel in mindestens einem als Quellenknoten fungierenden Agentknoten, um den Agentknoten zu berechtigen, einen Leitweg zu einem Zielknoten festzulegen; Einleiten einer Pfadänderung an einem Leitweg, der von dem mindestens einen Agentknoten ausgeht, auf den ferneinstellten Wert in der Pfadtafel im Agentknoten hin; und Speichern der Ergebnisse der eingeleiteten Pfadänderung in einer Pfadstatustabelle in dem mindestens einen Agentknoten.

11. Verfahren nach Anspruch 10, das außerdem die folgenden Schritte umfasst:

Hinzufügen eines neuen Eintrags in der Pfadtafel im jeweiligen Agentknoten für jeden Pfad, der vom Agentknoten ausgeht oder an diesem endet; und Hinzufügen eines neuen Eintrags in jeder Pfadstatustabelle im jeweiligen Agentknoten für jeden Pfad, der vom Agentknoten ausgeht oder an diesem endet.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Pfadtafel, in der der neue Eintrag hinzugefügt wurde, ein Pfadkennzeichnungsfeld, ein Pfadbeschreibungsfeld, ein Feld "Eingehende Pakete" und ein Feld "Ausgehende Pakete" enthält.

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Pfadstatustabelle, in der der neue Eintrag hinzugefügt wurde, ein Pfadindexfeld, ein Pfadkennzeichnungsfeld, ein Ursachenfeld und ein Ergebnisfeld enthält.

14. Verfahren nach Anspruch 10, wobei vom Verwaltungsknoten und von den Agentknoten zur Bereitstellung der zentralen Verwaltung von Leitwegen im Paketkommunikationsnetz eine begrenzte Protokollbefehlsstruktur verwendet wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

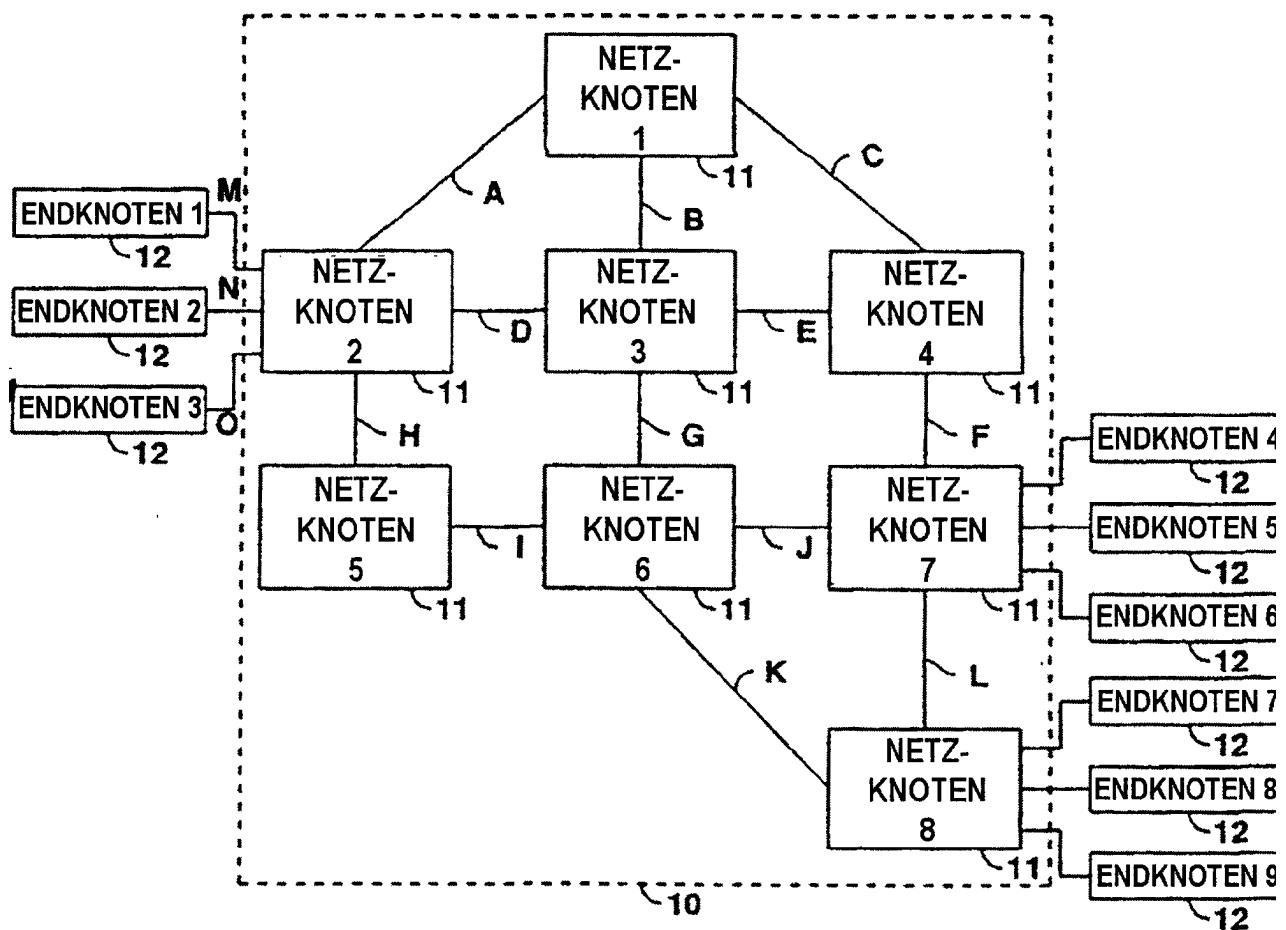


FIG. 1

PFAD-KENNZEICHNUNG	PFAD-BESCHREIBUNG	ANZAHL VON EINGEHENDEN PAKETEN	ANZAHL VON AUSGEHENDEN PAKETEN
20	22	23	24

FIG. 3

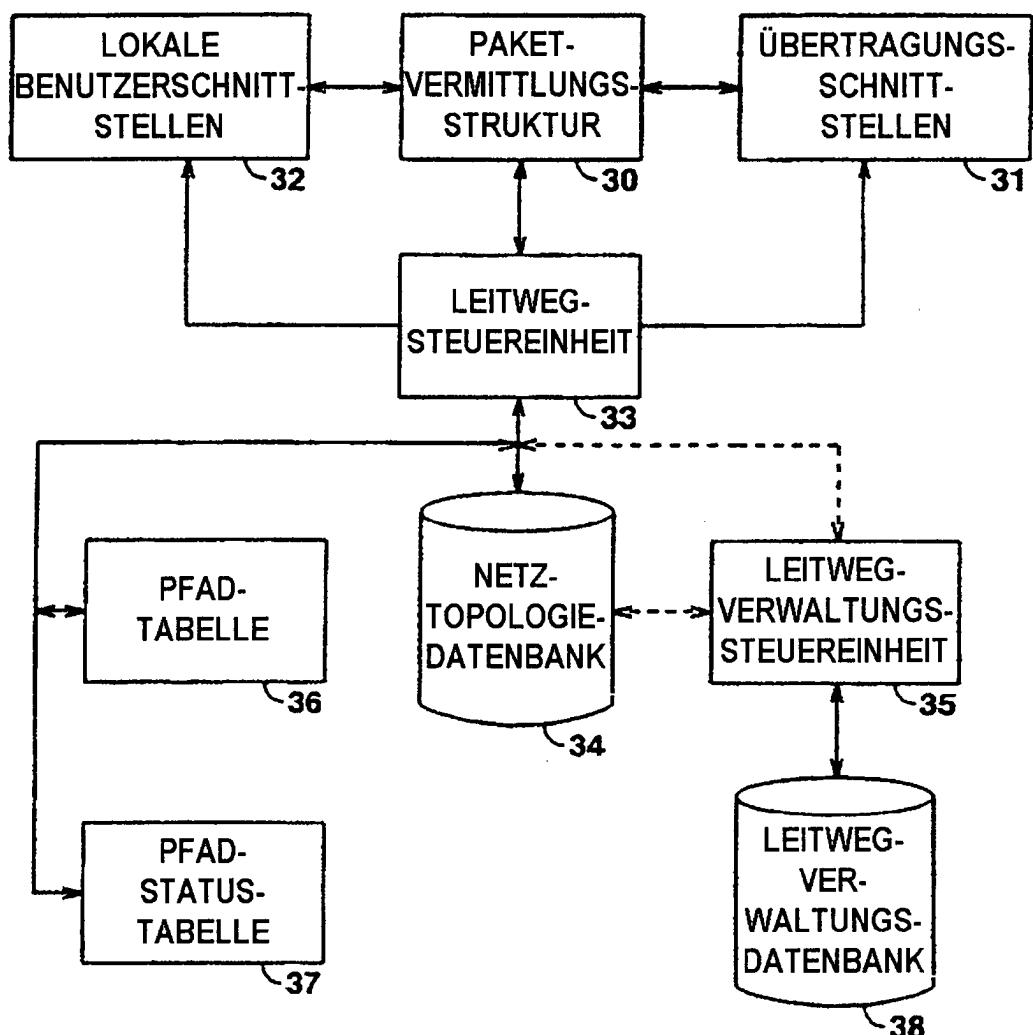


FIG. 2

PFAD-INDEX	ZEIT-STEMPEL	PFAD-KENNZEICHNUNG	ALTER PFAD	NEUER PFAD	URSACHE	ERGEBNIS
40	41	42	43	44	45	46

FIG. 4

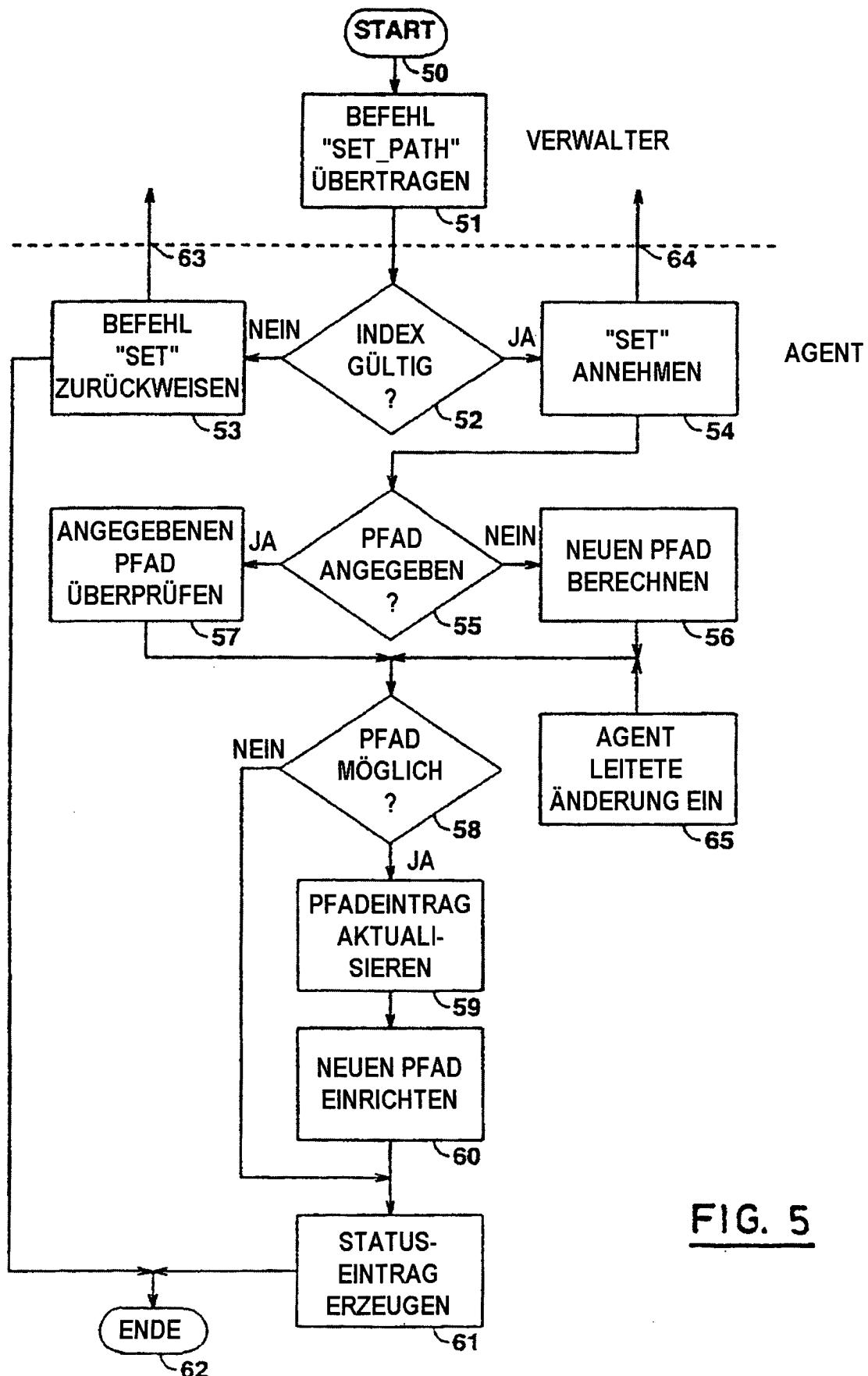
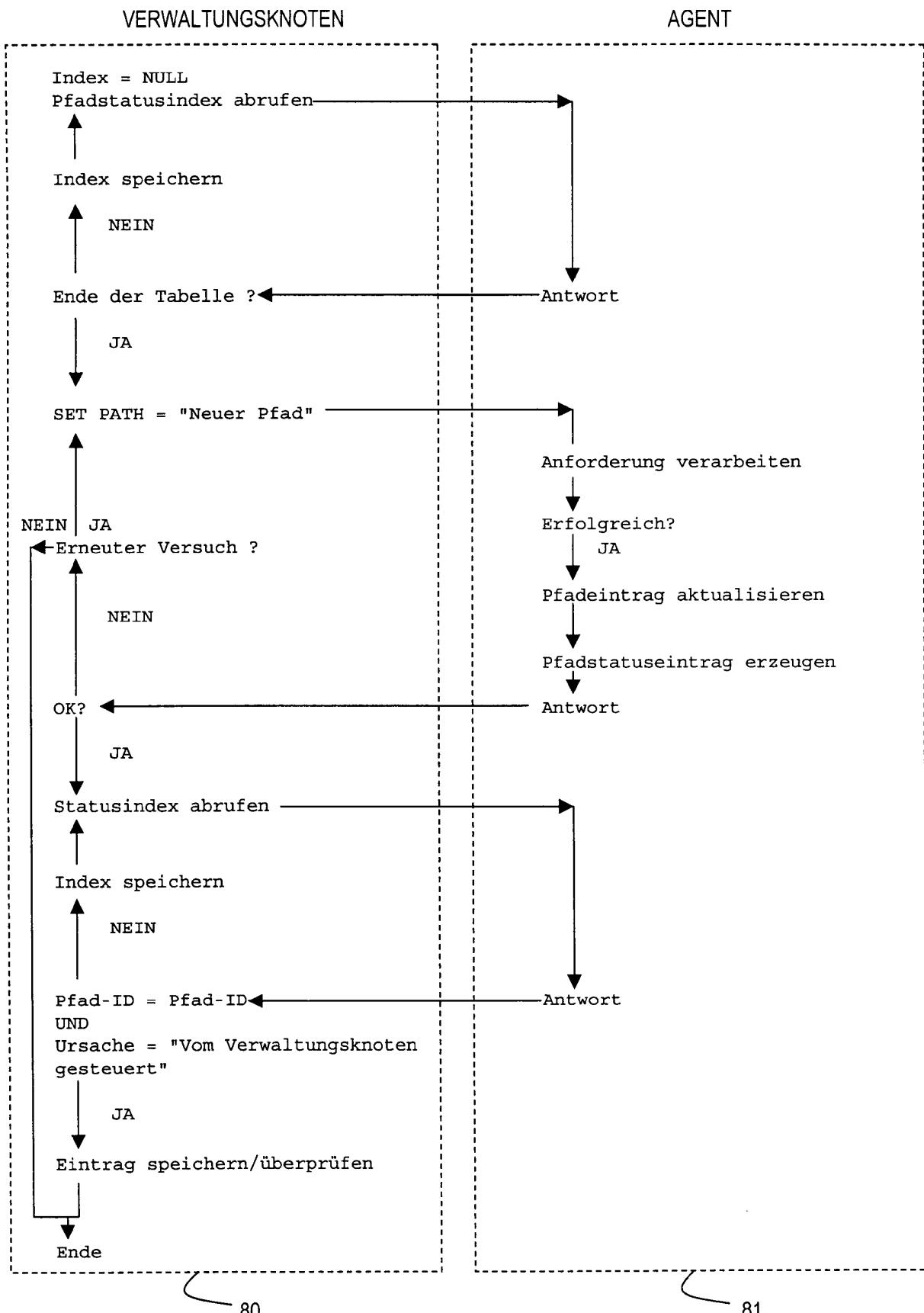


FIG. 5

**FIG. 6**