



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0306205-8 B1

(22) Data do Depósito: 01/09/2003

(45) Data de Concessão: 14/03/2017



(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA EXECUÇÃO DE AVALIAÇÕES DE CONECTIVIDADE ATRAVÉS DE UMA REDE DE COMUNICAÇÃO DE DADOS

(51) Int.Cl.: H04L 12/721; H04L 12/715

(52) CPC: H04L 45/38, H04L 45/04

(30) Prioridade Unionista: 02/09/2002 IT 2002A000762

(73) Titular(es): TELECOM ITALIA S.P.A.

(72) Inventor(es): ALESSANDO CORRADO; GIUSEPPE LAROSA; GIANNI ROSSI; VINICIO VERCELLONE

“MÉTODO E SISTEMA PARA EXECUÇÃO DE AVALIAÇÕES DE CONECTIVIDADE ATRAVÉS DE UMA REDE DE COMUNICAÇÃO DE DADOS”

CAMPO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção diz a respeito de técnicas para a execução de avaliações de conectividade em redes de comunicação de dados, tal como a rede de Internet.

[0002] A solução de acordo com a invenção foi desenvolvida tomando particularmente do problema de executar avaliações de conectividade que podem ser usadas, por exemplo, para estabelecer relações de ponto a ponto com provedores de serviços de Internet específicos (ISP). Para avaliar a oportunidade de estabelecer relações de cooperação com um dado provedor, é importante fazer uso de ferramentas de técnicas capazes de prover, para um dado provedor ou ISP Candidato, uma indicação de objetivo da conectividade do próprio candidato, significado como a capacidade de dito provedor satisfazer as necessidades específicas relativas ao conteúdo disponível e o procedimento pelo qual dito conteúdo de informação é feito alcançável através da rede.

FUNDAMENTOS DA TÉCNICA

[0003] O roteamento através de domínios diferentes na Internet é executado pelo protocolo conhecido como Protocolo de Portal de Fronteira (BGP). Para uma discussão geral das características e modos de uso do protocolo de BGP, referência pode ser feita ao documento "A Border Gateway Protocol Border Gateway Protocol 4 (BGP-4)" por Y. Rekhter e T. Li, RFC 1771, Centro de Pesquisa T. J. Watson, Cisco, março de 1995.

[0004] O protocolo de BGP permite a cada sistema autônomo (AS) adotar sua própria política ao selecionar os caminhos e propagar a informação de capacidade de alcance sobre os outros usuários de rede. Estas políticas de roteamento podem, porém, ser dependentes de acordos comerciais contratuais

entre domínios administrativos diferentes. Por exemplo, um sistema autônomo AS pode escolher a política de não prover serviços de trânsito entre seus provedores.

[0005] Uma avaliação de uma conectividade de provedor, somente referida à capacidade "técnica" de um provedor de transmitir informação através da rede, pode ser obtida fazendo uso de várias soluções, geralmente conhecidas na presente técnica. Porém, tal solução não é capaz de caracterizar de um modo completo e totalmente correto as características de uma rede tal como a Internet.

[0006] Soluções já foram desenvolvidas que permitem de algum modo deduzir a existência de relações de cliente/provedor específicas na rede.

[0007] Uma solução deste tipo é descrita por exemplo no documento "On inferring autonomous system relationships in the Internet", por Lixin Gao, GLOBECOM 2000 - Conferência de Telecomunicação Global IEEE, Nº 1, novembro de 2000, páginas 387-396.

[0008] As soluções de acordo com a presente técnica consideradas acima têm em qualquer caso a desvantagem de prover no todo um panorama parcial das características de conectividade da rede, em particular relativas ao peso opressivo dado às características de transporte físicas da própria rede.

OBJETIVO DA INVENÇÃO

[0009] A presente invenção tem o propósito de prover uma solução avançada assim para superar os limites envolvidos nas soluções de acordo com a técnica conhecida, descrita antes.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[00010] De acordo com a presente invenção, este objetivo é atingido em virtude de um método tendo as características especificamente recordadas nas reivindicações anexas a isto.

[00011] A invenção também diz respeito ao sistema correspondente e ao produto de tecnologia de informação, que pode ser transferido diretamente na

memória interna de uma unidade de computação digital e inclui partes de um código de software, capaz de executar o procedimento de acordo com a invenção quando o produto é operado em um computador.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00012] A invenção será descrita agora por meio de um exemplo não limitativo, com referência aos desenhos anexos, em que:

Figura 1 demonstra, em termos gerais, o contexto da possível aplicação da invenção;

Figura 2 é um diagrama em blocos funcional, o qual ilustra a arquitetura geral de um sistema de acordo com a invenção;

Figura 3 é um fluxograma que ilustra o modo de operação de um sistema de acordo com a invenção; e

Figuras 4 e 5 exemplificam duas listas classificadas de valores de conectividade, que podem ser geradas de acordo com a invenção.

MELHOR MODO PARA A REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

[00013] No diagrama da Figura 1, é denotado por 10 um primeiro provedor (ISP), que é identificado na sequência como um provedor de "referência" ou ISP. Ao provedor de referência está conectado um conjunto de usuários respectivos, denotados por C. Tais usuários estão interessados em alcançar ou serem alcançados por um conjunto de Sistemas Autônomos, ASs, pertencendo à Internet e denotado como ASs alvo. Para permitir o tráfego de e para os sistemas AS do grupo T, que pode atuar como uma fonte de tráfego e/ou como um destino de tráfego para os usuários C, o ISP 10 coopera com um conjunto de ISPs adicionais, denotados coletivamente por 12, com os quais uma denominada relação de ponto a ponto foi estabelecida.

[00014] O sistema aqui descrito é projetado para executar estimativas de conectividade para avaliar a oportunidade de estabelecer relações de ponto a ponto com um ou mais provedores, indicados coletivamente por 14, e definidos geralmente como ISP "candidatos". Cada ISP candidato é, portanto,

pelo menos designado potencialmente para se adicionar ao ISP 12 ou para substituir um deles.

[00015] Usualmente, devido à complexidade geral da Internet, os ASs alvos do grupo T não são alcançáveis diretamente pelos provedores 12 ou 14. O tráfego é então roteado através de outros provedores adicionais, denotados coletivamente por 16, os quais, contudo, não apresentam qualquer relevância específica dentro desta descrição.

[00016] O sistema de acordo com a invenção faz uso dos bancos de dados essencialmente formados pelas denominadas tabelas de BGP e/ou por tabelas semelhantes, genericamente denotadas por BGP1,..., BGPm, na Figura 2. Tais tabelas podem ser providas por servidores de rota públicos adequados, sejam derivadas de assuntos para os quais a avaliação de conectividade deve ser executada principalmente (isto é, os ISPs candidatos 14) em outros termos eles podem ainda ser derivados dos provedores de ISP 12.

[00017] É portanto evidente àqueles qualificados na técnica que a solução de acordo com a invenção pode ser aplicada usando tanto as tabelas de BGP definidas estritamente ou por tabelas estruturalmente semelhantes ou funcionalmente equivalentes às tabelas de BGP sob questão: por esta razão, nas reivindicações que seguem, referência será feita geralmente a tabelas do “tipo de BGP”, a fim de incluir no interior da invenção também tais tabelas similares ou equivalentes, as mesmas considerações sendo aplicáveis também à função de extração dos caminhos de BGP, que são para serem lidados na sequência.

[00018] As tabelas de BGP formam essencialmente um banco de dados, em que três partes podem ser distinguidas (ao nível lógico):

uma primeira parte, atualmente chamada Adj-RIBs-IN, contém informação coletada das mensagens de atualização de entrada; o conteúdo desta parte são os caminhos de roteamento disponíveis como entrada para o processo de decisão do procedimento de BGP;

uma segunda parte, chamada de Loc-RIB, contém a informação de roteamento local, que foi selecionada aplicando-se as políticas locais aos dados de roteamento contidos na parte de banco de dados chamada Adj-RIBs-In; e

uma terceira parte, chamada Adj-RIBs-Out, onde a informação é armazenada em vista da função de aviso aos assuntos considerados como "semelhantes", com os quais a comunicação é executada pelo protocolo de BGP.

[00019] A informação de roteamento, que é armazenada em tal banco de dados, é organizada em um conjunto de elementos de informação, como listado abaixo, a saber:

rede de destino de IP; e

a cadeia (chamada caminho de AS) descrevendo os sistemas autônomos a serem atravessados a fim de alcançar tal rede de destino de IP.

[00020] Esta informação é projetada para ser levada nas mensagens de atualização enviadas em direção ao exterior na função de aviso dirigida aos assuntos caracterizados como "semelhantes".

[00021] Dentro do contexto aqui considerado, meio "semelhantes" em geral outro assunto autônomo (AS) atuando na Internet e com o qual há uma relação de cooperação objetivada na troca de tráfego e executada pela interconexão de pelo menos dois roteadores, um para cada ISP, e a configuração de sessões ponto a ponto de BGP.

[00022] O sistema S descrito aqui é projetado para trabalhar em dados de tráfego coletados de um modo conhecido, atuando por exemplo por sondas passivas, por exemplo por meio do produto de software conhecido sob o nome comercial de Cisco IOS NetFlow®, feito disponível por Cisco Systems Inc. (E.U.A.). Dito produto torna possível, por suas aplicações diferentes, coletar vários dados relativos à operação de uma rede de comunicação de dados, tal como a Internet, permitindo por exemplo, uma detecção dos fluxos

de tráfego e uma agregação da informação sendo coletada na base de vários critérios de classificação: é por esse meio possível computar os volumes de tráfego dirigido a ou vindo de um destino/fonte particular.

[00023] O uso deste produto e em particular da função de "NetFlow Switching" funcionando nos nós de rede normalmente é a solução mais econômica, embora possa ser necessário verificar duplamente que os roteadores a bordo do ISP de referência 10 da Figura 1 são capazes de aceitar o uso de recursos adicionais, requeridos para coletar e exportar os dados de tráfego.

[00024] Ambas as tabelas de BGP e qualquer dado de tráfego coletado são preferivelmente pré-processados (por exemplo, atuando de um modo conhecido por denominados roteiros auxiliares), de forma que por exemplo as tabelas de BGP tenham sido limpas dos comentários, e os arquivos relativos aos dados de tráfego sejam feitos disponíveis a fim de serem processados para agregações adicionais, como uma função por exemplo do sistema autônomo (AS) atuando como uma fonte ou como um destino.

[00025] Na Figura 2, os blocos CL1,..., CLm permanecem para funções de limpeza correspondentes (remoção de comentários, etc.) projetados para trabalhar nas tabelas BGP1,..., BGPm, enquanto as referências BGP1'...., BGPm' representam as tabelas de BGP resultando da limpeza executada por funções CL1,..., CLm. Depois de dita limpeza, as tabelas de BGP podem ser vistas como se fundindo em uma lista correspondente denotada por LI.

[00026] O TD de referência, em vez disto, indica, em geral, os dados de tráfego coletados por uma função coletivamente denotados por CF (pode ser, por exemplo, a função de NetFlow®, já mencionada antes), enquanto SM indica uma função de pré-processamento, o propósito da qual é permitir processamento adicional em dados de tráfego.

[00027] A função de SM pode ser um programa simples, escrito por exemplo em Visual C++6.0, na forma de uma aplicação de console capaz de

agregar os arquivos relativos aos dados de tráfego, agregando-os por exemplo por fonte ou por ASs de destino.

[00028] A aplicação da função de SM conduz de volta à formação de dois arquivos de dados de tráfego FI e DI, que se referem ao tráfego direto e tráfego reverso, respectivamente. O significado de tais termos será entendido melhor na sequência. Os arquivos FI e DI podem ser considerados como formando uma lista de dados de tráfego, denotada por L2.

[00029] As listas L1 e L2 são configuradas tipicamente como arquivos e são por sua vez capazes de se fundir em um arquivo de configuração FC, em que os nomes que correspondem às listas ou tabelas L1 e L2 são escritos no arquivo de FC nas linhas apropriadas, especificando o caminho de dados assim para impedir sua execução de sobrepor com os prévios.

[00030] A referência de ASB indica um arquivo que corresponde à lista dos ISPs de interesse, isto é, dos assuntos para os quais uma avaliação de conectividade é pedida. Este termo se aplica principalmente aos ISPs cujas características de conectividade são para serem estimadas, assim para avaliar - na base de dados objetivos, providos por um instrumento técnico, tal como o sistema segundo a invenção-a oportunidade de estabelecer/confirmar/modificar relações de ponto a ponto.

[00031] A solução de acordo com a invenção é adequada para aplicação em pelo menos dois contextos essenciais, a saber:

a avaliação da oportunidade de estabelecer relações de ponto a ponto com um ou mais ISPs candidatos 14 e/ou confirmar as relações com um ou mais provedores de ISP 12, com a possibilidade de definir uma classificação de prioridade/adequação a fim de estabelecer as relações: é portanto uma aplicação, que em seus resultados finais, é configurada como uma aplicação fora de linha e de tempo não real; e

a possibilidade, tendo identificado conjunto de "semelhantes" e definido as relações com eles, de executar intervenções para re-equilibrar

fluxos de informação, objetivados a um uso eficiente das ligações de ponto a ponto e a uma transmissão otimizada do tráfego para os usuários; em tal caso, a técnica de acordo com a invenção pode ser obviamente usada em linha.

[00032] As intervenções de reequilíbrio que foram mencionadas há pouco, são executadas normalmente em instantes de tempo bastante distantes entre si, sendo prevista, por exemplo, a execução de avaliações de conectividade a intervalo de horas diferentes uma da outra.

[00033] A solução de acordo com a invenção é adequada para ambas a execução em uma primeira ordem ou nível, no qual cada ISP listado no arquivo de ASB é avaliado por si mesmo, e para o desempenho, a um segundo nível, de execução objetivada de um tipo evoluído. No último caso, todos os ISPs de interesse gravados no arquivo de ASB são considerados em geral, causando, como uma função do roteiro executado na primeira etapa, a execução de dois roteiros adicionais.

[00034] O primeiro deles cria um arquivo das combinações de ISP com a subsequência especificada, enquanto o último computa a conectividade das tuplas diferentes de ISPs.

[00035] Os resultados das operações de re-processamento descritas previamente são coletados em arquivos correspondentes FIX, BIX, FIY e BIY, que contêm as avaliações de conectividade, FIX direto e BIX reverso para o X-ésimo ISP levado em conta para/de cada um dos assuntos, isto é, provedores de conteúdo (ASs), em direção aos quais e dos quais volumes de tráfego não zero foram gravados. Em cada arquivo há uma linha para cada par de ISP considerado/AS alvo contendo os identificadores de AS do X-ésimo ISP sob questão e do AS alvo, e o valor de conectividade estimado pelos métodos descritos na sequência. FIY e BIY são os arquivos correspondentes relativos ao Y-ésimo ISP da pluralidade (ASB). Estes arquivos são mostrados porque eles podem ser usados como critérios para a distribuição do tráfego na segunda aplicação identificada acima.

[00036] A referência CE denota na Figura 2 o conjunto de informação (formando de fato os dados de saída do sistema de acordo com a invenção), contendo avaliações de conectividade total para cada tupla de ISPs candidatos.

[00037] Como será visto melhor na sequência, tais dados podem se relacionar, por exemplo:

à soma algébrica, para cada sistema autônomo AS atuando como um alvo, da conectividade de cada um dos ISPs incluídos na tupla sendo considerada de/para o mesmo AS alvo; ou

à aplicação de um critério tal como a designação, como conectividade da tupla inteira para/de um dado AS alvo, da conectividade máxima para/do mesmo alvo de cada um dos ISPs formando a tupla; ou

a uma função de corte com modificações contidas apropriadas ao código do roteiro.

[00038] A função de corte atua de tal modo que, se a soma algébrica dos valores de conectividade de cada um dos ISPs formando a tupla para/de um dado AS alvo, dividido pelo volume de tráfego para/do mesmo AS alvo exceder um dado valor, o valor de conectividade da tupla é colocado igual a tal limiar, multiplicado pelo valor de tráfego para/do AS alvo. A determinação de valores de limiar aplicáveis pode resultar de execuções apropriadas do próprio método.

[00039] Deixando à parte o fluxo geral de coleta de informação e de processamento representado na Figura 2, deve ser notado que as funções individuais e operações representadas por cada um dos blocos que aparecem em tal figura são executadas de acordo com critérios conhecidos como tais, assim fazendo uma descrição adicional neste contexto desnecessária.

[00040] Com relação ao pré-processamento de tráfego de dados TD pela função de SM, é possível agregar os dados por um dado período, por exemplo três dias, primeiro criando os agregados de cada dia, e então fazendo uma execução adicional que processa os dados agregados de cada dia.

[00041] Tudo do anterior deve ser executado também levando em conta o fato que no caso de interfaces para a assim denominada Internet de BIG (isto é, as interfaces para os provedores de ISP presentes, denotados por 12, isto é, para o exterior), os sistemas de interesse são os ASs de origem, enquanto no caso de interfaces para o interior (isto é, para os usuários C do ISP de referência 10), os sistemas de interesse são os destinos de ASs do tráfego.

[00042] Isto é devido ao fato que uma ferramenta de coleção, tal como a função de NetFlow® representada pelo bloco CF, em sua versão mais espalhada no momento, só classifica o tráfego recebido nas interfaces.

[00043] No caso de uso da função de NetFlow® para coletar o tráfego simultaneamente, duas ou mais linhas diferentes podem ser usadas em paralelo, cada uma delas caracterizada por filtros adequados para identificar em cada roteador de fronteira no caso, as interfaces para a Internet de BIG (interfaces externas), e no outro, as interfaces para o interior. De fato é preferido que a estatística do tráfego recebido seja classificada de acordo com a direção de tráfego (da Internet, para a Internet) já ao nível da coleção básica por Coletor de Netflow (como a agregação adotada não mostra os dados desagregados para cada interface).

[00044] Além disso, os roteadores de fronteira do ISP de referência 10 devem ser preferivelmente assim configurados para efetuar, para cada fluxo de IP, a associação com os sistemas de AS de origem e destino, e não com aqueles vistos como "como semelhantes" (isto é, aqueles imediatamente precedendo e imediatamente seguindo na cadeia de transmissão de informação).

[00045] Obviamente, também é possível idealizar uma opção por meio da qual o roteador associa ao fluxo o número do sistema de AS do qual os pacotes chegam como origem e o número do sistema de AS ao qual o tráfego é entregue como destino.

[00046] Ao invés, como para as funções CL1,..., CLm que executam a limpeza das tabelas de BGP, é preferido que as mesmas tabelas eliminem todos os comentários iniciais e finais e qualquer outro comentário presente entre as linhas válidas assim também para recuperar linhas válidas, interrompidas em duas ou mais linhas, isto é, não terminadas corretamente. A operação relativa deve ser efetuada para cada uma das tabelas a ser processada.

[00047] Nesta consideração, deve-se notar que nem todos os servidores de roteador públicos provêm um arquivo já pronto num formato comprimido. Para transferir a tabela de BGP de um servidor de roteador (sujeito à autorização de sua parte administradora) um roteiro apropriado, de um tipo conhecido, normalmente é requerido, que se conectando por 'telnet' ao servidor de roteador torna possível pedir a tabela por bloco de n linhas assim para não sobrecarregar a CPU do servidor de roteador, assim evitando, por um caractere de controle apropriado para cada n linhas, possíveis problemas de interrupção durante a sessão de 'telnet' com o mesmo servidor de roteador, devido ao tempo de transferência da tabela.

[00048] A relação entre o número de caminhos de BGP e o número das redes de IP provê uma estimativa da pluralidade de fontes disponíveis. A transferência das tabelas completas requer, todavia, um roteiro de alto nível, capaz de interagir em lugar do operador humano com o servidor de roteador, como as tabelas sob questão podem consistir em algumas milhões de linhas.

[00049] Preferivelmente, para facilitar o uso do sistema de acordo com a invenção, roteiros auxiliares são previstos para a preparação das tabelas de BGP, exibindo seu começo ou parte final, como estes arquivos são extremamente grandes.

[00050] Como já foi mencionado aqui várias vezes, o sistema de acordo com a invenção é adequado para avaliar a conectividade para o benefício de um ISP de referência com relação a um ou mais ISPs, tal como

por exemplo os ISPs candidatos 14, a fim de estabelecer possíveis acordos de conectividade. O sistema de acordo com a invenção aqui ilustrado torna possível para este propósito levar em conta o tráfego real presente no ISP de referência 10, de modo que o ponto de partida seja formado, portanto, por uma coleção de estatísticas de tráfego efetuadas na rede de tal ISP de referência, pelo menos na interface interna e interface externa dos roteadores de fronteira do mesmo cliente. A solução descrita aqui possibilita estabelecer uma lista classificada de ISPs de uso mais conveniente para transmitir tráfego aos ASs alvos na Internet e para receber tráfego do mesmo, tal avaliação realmente levando em conta devidamente o tráfego realmente experimentado.

[00051] Passando-se agora para o fluxograma da Figura 3, vê-se que a referência 100 indica uma etapa de começo padrão depois da qual, em uma etapa denotada na íntegra por 102, o sistema S efetua a extração da informação contida nas tabelas de BGP denotadas pelas referências BGP1' a BGPm'.

[00052] A execução de tal etapa envolve a leitura de arquivos de configuração correspondentes e uma lista de ISPs de interesse (ver etapa 102, Figura 3).

[00053] Uma lista como esta, armazenada em ASB, pode incluir ambos os ISPs candidatos 14, e, possivelmente, os ISPs que já estão incluídos dentro dos provedores de ISP 12.

[00054] Logo, efetua-se a leitura do número de ISPs a serem levados em conta, e de coeficientes das funções de peso a serem subsequentemente usadas, e adicionalmente a definição é feita do número ou tupla das relações de ponto a ponto que o ISP de referência 10 deseja estabelecer.

[00055] Também é necessário executar a leitura dos arquivos de tráfego coletados graças à função de FC. Tais arquivos são lidos a partir de uma agregação através de sistema autônomo AS e com o processamento subsequente SM que os agrega de acordo com AS de fonte ou AS de destino e então executando a transferência em arranjos associativos, representados por

FD e FI na Figura 2, usando como uma chave o número de AS e como um valor o número dos bytes de tráfego.

[00056] Será apreciado que tal formalismo, que também é usado na sequência da presente descrição, faz referência à possível adoção, para implementar esta invenção, da linguagem de programação chamada PERL. Esta escolha, embora sendo preferida no momento, não é obviamente nem obrigatória nem vinculada à implementação da invenção.

[00057] A próxima etapa é então a computação das combinações de tuplas e a gravação de um arquivo correspondente. Para este fim, o ponto de partida é a lista dos números de AS contidos em ASB e entre eles um primeiro conjunto ou grupo de ISPs de interesse é então considerado.

[00058] Neste grupo de ISP de interesse, todas as possíveis tuplas são computadas, e então uma combinação por linha é gravada no arquivo resultante.

[00059] Em uma etapa subsequente, indicada globalmente por 104, a extração atual é executada da informação das tabelas de BGP, como também a extração dos caminhos de BGP relativos aos ISPs de interesse.

[00060] Para executar a primeira função, em cada tabela limpa dos comentários, uma busca é feita por linhas capazes de satisfazer características especificadas, descritas por padrões predefinidos, por exemplo, a presença de uma sequência de caracteres de tipo de endereço de IP, na forma A.B.C.D. (onde A, B, C, e D são dígitos decimais) no começo da linha depois de três caracteres. De cada linha que satisfaz a característica requerida, o caminho de AS é extraído (ver etapa 104, Figura 3) e então ajustado numa linha do arquivo de saída. O caminho é de preferência identificado a partir do fundo da linha pelo caractere terminando o caminho de AS ("i", "e" ou "?") até o primeiro zero.

[00061] O procedimento preferido visa a leitura de uma linha de cada vez e cada linha sendo lida, é subdividida em séries, usando como caracteres de separação "espaço" e "tab". O caminho extraído é gravado em uma linha

de um arquivo temporário. Tal arquivo é então aberto e para cada ISP de interesse os caminhos são pesquisados contendo o número de AS do ISP sob questão.

[00062] Neste ponto, o caminho de AS é subdividido em duas partes. A primeira parte, do ISP ao último elemento da sequência de AS (ASM), converge no arquivo direto ou à montante, denotado na sequência por FPX; a segunda parte, do primeiro elemento da sequência de AS (AS1) para ISP, converge no arquivo reverso ou à jusante, denotado por DPX. Assim, há um par de arquivos FPX e DPX para cada ISP de interesse.

[00063] "Direto" obviamente significa a informação relativa ao modo que o resto da Internet é alcançado, de um dado ISP, enquanto por "reverso" indica toda a informação chegando a um dado ISP da Internet.

[00064] Os arquivos FPX e DPX são, portanto, sujeitos a uma operação de compactação usando-se arranjos associativos que têm uma chave como o caminho de AS para evitar repetições do mesmo. Isto é feito pela razão que cada sequência aparece só uma vez e ao fim dos arranjos associativos são gravadas novamente nos arquivos somente gravando as chaves.

[00065] Nas etapas subsequentes indicadas aqui em um lado por 106, 108, 110 e 112 e no outro lado por 114, 116 e 118, a computação é executada da conectividade com pesos de tráfego definidos para os vários sub-caminhos e a computação da conectividade composta para cada tupla que foi detectada.

[00066] Isto é executado com referência separada à direção direta ou à montante, e à direção reversa ou à jusante.

[00067] Para cada ISP de interesse sendo considerado, um ciclo é executado de forma que para cada sistema alvo AS no arquivo FPX associado ao mesmo ISP, as linhas são pesquisadas que contém tal sistema alvo AS em uma posição final ou intermediária. Para cada linha que satisfaz tal condição, um sub-caminho orientado é extraído e então usado como uma chave para um arranjo associativo temporário tendo um valor da função de peso calculada na

base do comprimento em número de saltos de AS da subsérie extraída.

[00068] Depois de processar o arquivo inteiro, os caminhos e sub-caminhos diferentes contribuem à conectividade do ISP sendo considerado até o sistema de AS sendo usado como um alvo. A contribuição é definida de um modo preferido (será apreciado que esta escolha como tal não é vinculativa, como é possível fazer uso de leis de ponderação diferentes) como o produto da função de peso avaliada na base do comprimento em saltos de AS de cada sub-caminho multiplicado pelo volume de tráfego em bytes endereçados a AS alvo.

[00069] O valor da conectividade global do ISP sendo considerado até o AS considerado como um alvo (junto com os valores relativos que identificam o ISP de provedor e o sistema AS sendo considerado) são gravados numa linha de um arquivo de saída correspondente.

[00070] Esta operação é executada tantas vezes quanto o número dos sistemas AS incluídos no conjunto T da Figura 1.

[00071] Um ciclo semelhante é executado para cada sistema AS considerado como um alvo para descobrir as conectividades reversas até o ISP de provedor sob questão.

[00072] Também neste caso, a busca é feita das linhas que contêm em uma posição inicial ou intermediária o sistema AS alvo no arquivo associado de DPX ao ISP sendo considerado. Assim, o arranjo associativo daqueles sub-caminhos do sistema AS alvo até o ISP de provedor sob questão é derivado e a contribuição de conectividade de cada sub-série é computada como o produto do volume de tráfego produzido pelo sistema AS alvo pela função de peso avaliada pelo comprimento em saltos de AS do sub-caminho sob questão. Os identificadores de número de AS relativos e o valor de conectividade resultante são gravados numa linha de um arquivo correspondente. Também neste caso, a operação de processamento é executada tantas vezes quanto o número de sistemas AS incluídos no grupo T da Figura 1.

[00073] O arquivo das conectividades totais é produzido lendo-se os

arquivos individuais e adicionando a cada sistema AS alvo as conectividades direta e reversa.

[00074] Especificamente, a etapa 106 no fluxograma da Figura 3 faz referência à operação de computação da conectividade com pesos de tráfego e sub-caminhos, enquanto a etapa 108 indica a escolha do provedor individual ISP que é considerado, selecionado do arquivo de ASB. A etapa indicada por 110 trata da determinação para cada sistema AS alvo do tráfego de destino, ao passo que a etapa 112 indica coletivamente as outras operações descritas antes.

[00075] A computação da conectividade composta é iniciada na etapa 114. Esta é seguida pela etapa 116, em que uma tupla é lida do respectivo arquivo determinado na etapa 102, após calculando o valor da conectividade do primeiro provedor ISP da tupla em direção a cada sistema AS alvo detectado do arquivo de tráfego. Usando-se o sistema AS alvo como uma chave de um arranjo temporário associativo, os dados acumulados dos caminhos diferentes do primeiro provedor ISP previamente considerado em direção ao sistema AS alvo sendo considerado.

[00076] O mesmo procedimento é repetido para aqueles outros ISPs que formam a tupla atual.

[00077] Isto se mantém verdadeiro para aquela conectividade direta; um procedimento similar se aplicará para a direção reversa e o arquivo dos totais.

[00078] Especificamente, o arranjo associativo é construído para cada provedor ISP formando a tupla atual. Isto ocorre na etapa 118, onde também a conectividade completa é obtida começando então em um arquivo de saída que o valor de conectividade atingiu, seguido pela indicação da tupla para qual foi computada na mesma linha.

[00079] Para cada AS alvo, faz-se a computação (pela lei escolhida de ponderação, como a soma algébrica à qual referência foi feita antes por meio de um exemplo) da contribuição de conectividade da tupla de e para o AS alvo em questão.

[00080] Em uma etapa subsequente, os arquivos dos resultados obtidos são classificados de acordo com os valores de conectividade decrescentes, obtidos de cada tupla do ISP sendo considerado ou do ISP candidato. Isto é realizado usando um arranjo associativo que tem como uma chave o valor de conectividade, escolhendo as chaves ou gravando em seguida a linha inteira do arquivo de entrada em um arquivo de saída ordenado.

[00081] As Figuras 4 e 5 demonstram dois exemplos de "posições" de conectividade do tipo indicado acima, produzidos na forma de resultados desagregados para ambas a direção direta e reversa.

[00082] Será apreciado que as tabelas deste tipo também podem ser produzidas como um resultado global de um tipo agregado reverso/direto.

[00083] Ademais, também será apreciado que a função de computação de conectividade da tupla de ISPs de provedor pode ser implementada de modos diferentes. Como um exemplo de uma acumulação, referência foi feita previamente a uma função de soma algébrica: experiências conduzidas pelo Requerente provaram que tal escolha é definitivamente vantajosa, sendo ao mesmo tempo extremamente simples em sua implementação.

[00084] A extração dos caminhos de BGP concede a disponibilidade de uma série definindo a fronteira do caminho de AS. Uma série como esta pode ser representada por um parâmetro de "peso" (por exemplo, igual a 0) da informação de BGP contida na tabela relativa, normalmente armazenada no roteador. A solução segundo a invenção não está, porém, restrita a tal escolha.

[00085] Também será apreciado que é possível gravar código ou roteiro de forma mais compacta, usando-se estruturas como referências para arranjos associativos (eles são essencialmente um tipo de um ponteiro) e sub-rotinas de várias naturezas. Ditos ponteiros permite alguém usar as sub-rotinas às quais parâmetros são passados e que atuam em cada chamada num arranjo associativo diferente. O emprego de uma aritmética de ponto flutuante de 64 bits prova ser extensamente satisfatória para as modalidades de operação descritas antes.

[00086] Obviamente, mantendo inalterado o princípio da invenção, seus detalhes de implementação e as concretizações podem ser variadas amplamente com relação ao que foi descrito e ilustrado previamente, assim sem partir da extensão da presente invenção. Isso é aplicável em particular, no entanto, não exclusivamente, às possibilidades de executar avaliações de conectividade relativas à direção direta somente ou à direção reversa somente.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para execução de avaliações de conectividade através de uma rede de comunicação de dados para que se beneficie um provedor de referência (ISP) (10) tendo um conjunto de usuários (C), as referidas avaliações sendo feitas em relação a pelo menos um provedor (ISP) de interesse (12, 14), o método sendo caracterizado por compreender as etapas de:

- selecionar uma pluralidade (T) de sistemas autônomos (AS) adaptados para formar pelo menos um dentre uma fonte de tráfego e um destino de tráfego para usuários (C) daquele provedor de referência (10) pelo mesmo provedor de referência (10);

- prover tabelas do tipo de BGP (BGP1,..., BGPm) que contêm informação sobre caminhos disponíveis na dita rede de comunicação de dados para o roteamento de dito tráfego com relação aos sistemas autônomos (AS) de dita pluralidade de sistemas;

- extrair (104), a partir de ditas tabelas, os caminhos do tipo de BGP inerentes a dito pelo menos um provedor de interesse (12, 14), buscando-se os caminhos que contêm o respectivo número de sistemas autônomos (AS) para dito pelo menos um provedor de interesse (12, 14);

- extrair (112), para cada sistema autônomo (AS) da pluralidade (T) de sistemas, sub-caminhos orientados entre cada um dos sistemas autônomos (AS) e dito pelo menos um provedor de interesse (12, 14), identificando-se para cada sub-caminho um respectivo comprimento em número de saltos;

- identificar, para cada sistema autônomo (AS) da pluralidade (T) de sistemas, pelo menos um dentre um volume de tráfego direto (FI) e um volume de tráfego reverso (DI) com relação aos usuários (C) do dito provedor de referência (10);

- determinar (112), para cada um dos referidos sub-caminhos, contribuições de conectividade como uma função do respectivo comprimento em número de saltos e do dito pelo menos um volume de tráfego (FI, DI);

- determinar (118), para cada sistema autônomo da pluralidade (T) de sistemas, valores de conectividade total acumulando-se as contribuições de conectividade determinadas para os sub-caminhos orientados, extraídos para cada um dos ditos sistemas autônomos (AS); e

- acumular os valores de conectividade total determinados para os sistemas autônomos (AS) da dita pluralidade (T) de sistemas, de modo a obter valores de conectividade total relacionados a dito pelo menos um provedor (ISP) de interesse (12, 14).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as etapas serem executadas para uma pluralidade (ASB) de provedores (ISP) de interesse (12, 14) presentes em dita rede de comunicação de dados.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por compreender ainda a etapa de classificar os valores de conectividade total obtidos para os provedores de interesse (12, 14) de dita pluralidade de sistemas em pelo menos uma lista classificada.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por compreender as etapas de:

- identificar, para cada sistema autônomo (AS) da pluralidade (T) de sistemas, ambos o volume de tráfego direto (FI) e o volume de tráfego reverso (DI) com relação aos usuários (C) de dito provedor de referência (10); e

- determinar (112), para cada um dos referidos sub-caminhos, respectivas contribuições de conectividade como uma função de tal respectivo comprimento em número de saltos e de ambos ditos volumes de tráfego direto (FI) e tráfego reverso (DI).

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por compreender ainda a etapa de gerar valores de conectividade total para aquele pelo menos um provedor (ISP) de interesse (12, 14) desagregado em valores de conectividade total para tráfego direto e tráfego reverso.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por compreender ainda a etapa de submeter as tabelas do tipo de BGP (BGP1, ..., BGPm) a uma operação de limpeza (CL1, ..., CLm) para eliminar comentários contidos em ditas tabelas.

7. Método, de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado por compreender ainda a etapa de re-alocar seletivamente o tráfego de trânsito através de dito provedor de referência (10) em pelo menos uma parte de ditos provedores (ISP) de interesse (12, 14) de dita pluralidade (ASB) de sistemas.

8. Sistema para execução de avaliações de conectividade através de uma rede de comunicação de dados para que se beneficie um provedor de referência (ISP) (10) tendo um conjunto de usuários (C), ditas avaliações sendo executadas em relação a pelo menos um provedor (ISP) de interesse (12, 14), o sistema sendo caracterizado por compreender:

- tabelas do tipo de BGP (BGP1, ..., BGPm) contendo informação sobre caminhos disponíveis na referida rede de comunicação de dados para o roteamento de tráfego com relação a uma pluralidade (T) de sistemas autônomos (AS) adaptados para estabelecer pelo menos um dentre uma fonte e um destino de tráfego para usuários (C) daquele provedor de referência (10) pelo mesmo provedor de referência (10);

- um módulo de detecção (CF) para detectar, para cada sistema autônomo (AS) da dita pluralidade (T) de sistemas, pelo menos um dentre um volume de tráfego direto (FI) e um volume de tráfego reverso (DI) com relação aos usuários (C) de dito provedor de referência (10); e

- um módulo de processamento (S) configurado para:

- extrair (104), a partir de ditas tabelas, os caminhos do tipo de BGP inerentes a dito pelo menos um provedor de interesse (12, 14), buscando-se os caminhos que contêm o respectivo número de sistemas autônomos (AS) para dito pelo menos um provedor de interesse (12, 14);

- extrair (112), para cada sistema autônomo (AS) da pluralidade

(T) de sistemas, sub-caminhos orientados entre o dito cada sistema autônomo (AS) e o dito pelo menos um provedor de interesse (12, 14), identificando-se para cada sub-caminho um respectivo comprimento em número de saltos;

- determinar (112), para cada um dos ditos sub-caminhos, uma contribuição de conectividade como uma função do respectivo comprimento em número de saltos e de dito pelo menos um volume de tráfego direto ou reverso (FI, DI) com relação aos usuários (C) de dito provedor de referência (10);

- determinar (118), para cada sistema autônomo da pluralidade (T) de sistemas, valores de conectividade total acumulando-se as contribuições de conectividade determinadas para os sub-caminhos orientados, extraídos para cada um dos ditos sistemas autônomos (AS); e

- acumular os valores de conectividade total determinados para os sistemas autônomos (AS) da dita pluralidade (T) de sistemas, de modo a obter valores de conectividade total relacionados a dito pelo menos um provedor (ISP) de interesse (12, 14).

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por ser configurado para executar avaliações de conectividade para uma pluralidade (ASB) de provedores (ISP) de interesse (12, 14) presentes na referida rede de comunicação de dados.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por compreender ainda um módulo de classificação para classificar os valores de conectividade total obtidos para os provedores de interesse (12, 14) da referida pluralidade de sistemas em pelo menos uma lista classificada.

11. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, caracterizado por:

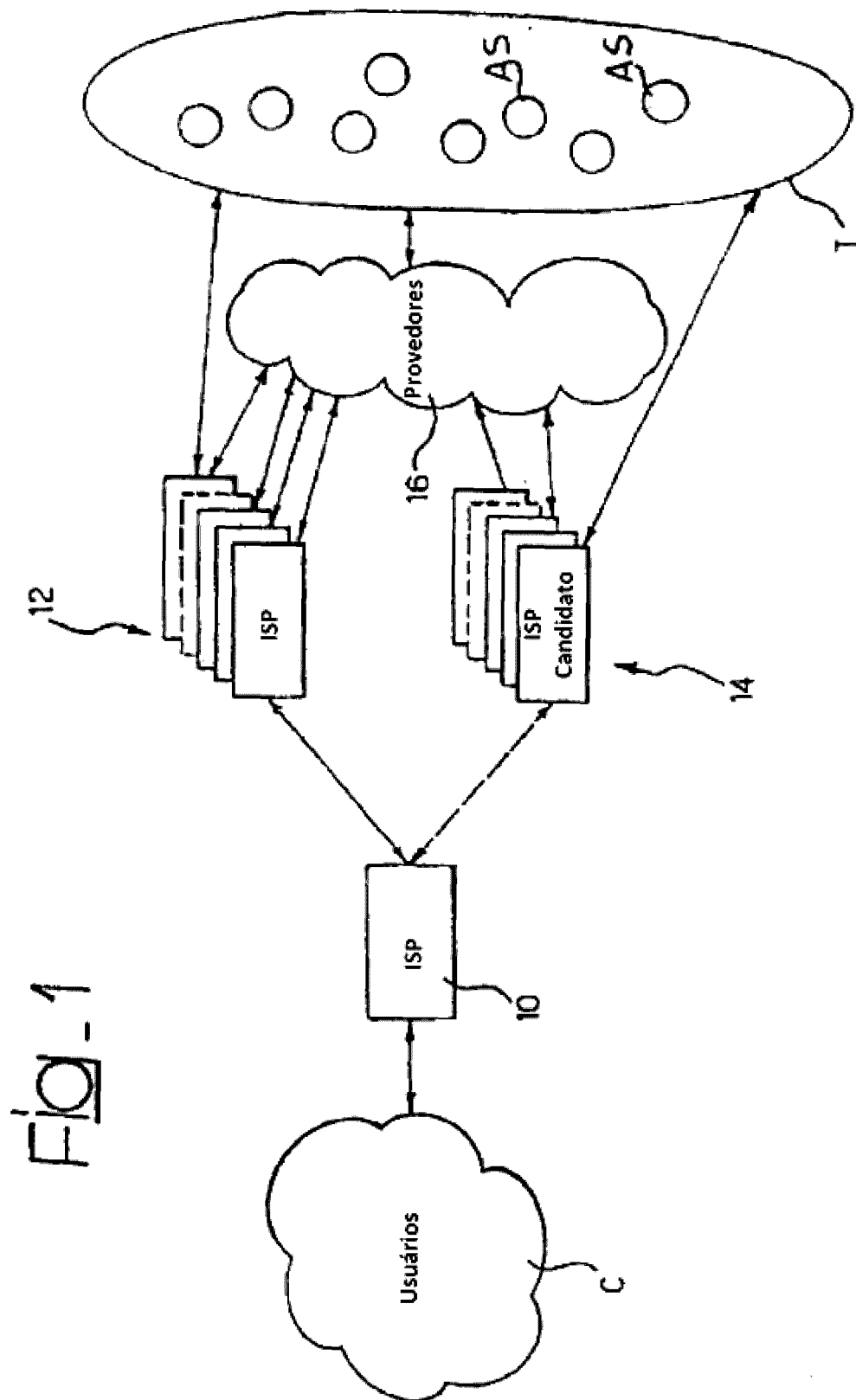
- o dito módulo de detecção (CF) ser configurado para detectar, para cada sistema autônomo (AS) de dita pluralidade (T) de sistemas, ambos o volume de tráfego direto (FI) e o volume de tráfego reverso (DI) com relação aos usuários (C) de dito provedor de referência (10); e

- o referido módulo de processamento (S) ser configurado para determinar (112), para cada um dos sub-caminhos, respectivas contribuições de conectividade como uma função do respectivo comprimento em número de saltos e de ambos os ditos volume de tráfego direto (FI) e volume de tráfego reverso (DI).

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por o referido módulo de processamento (S) ser configurado para gerar valores de conectividade total para o referido pelo menos um ISP de interesse (12, 14), desagregado em valores de conectividade direta total e valores de conectividade reversa total.

13. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 12, caracterizado por compreender ainda um módulo de pré-processamento (CL1,..., CLm) para submeter ditas tabelas do tipo de BGP (BGPI,..., BGPm) a uma operação de limpeza (CL1,..., CLm) para eliminar comentários contidos em ditas tabelas.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 9 ou 10, caracterizado por tais provedores de interesse (12, 14) de dita pluralidade de sistemas serem equipados com um módulo de reequilíbrio seletivo para re-equilibrar o tráfego de trânsito através de dito provedor de referência (10).



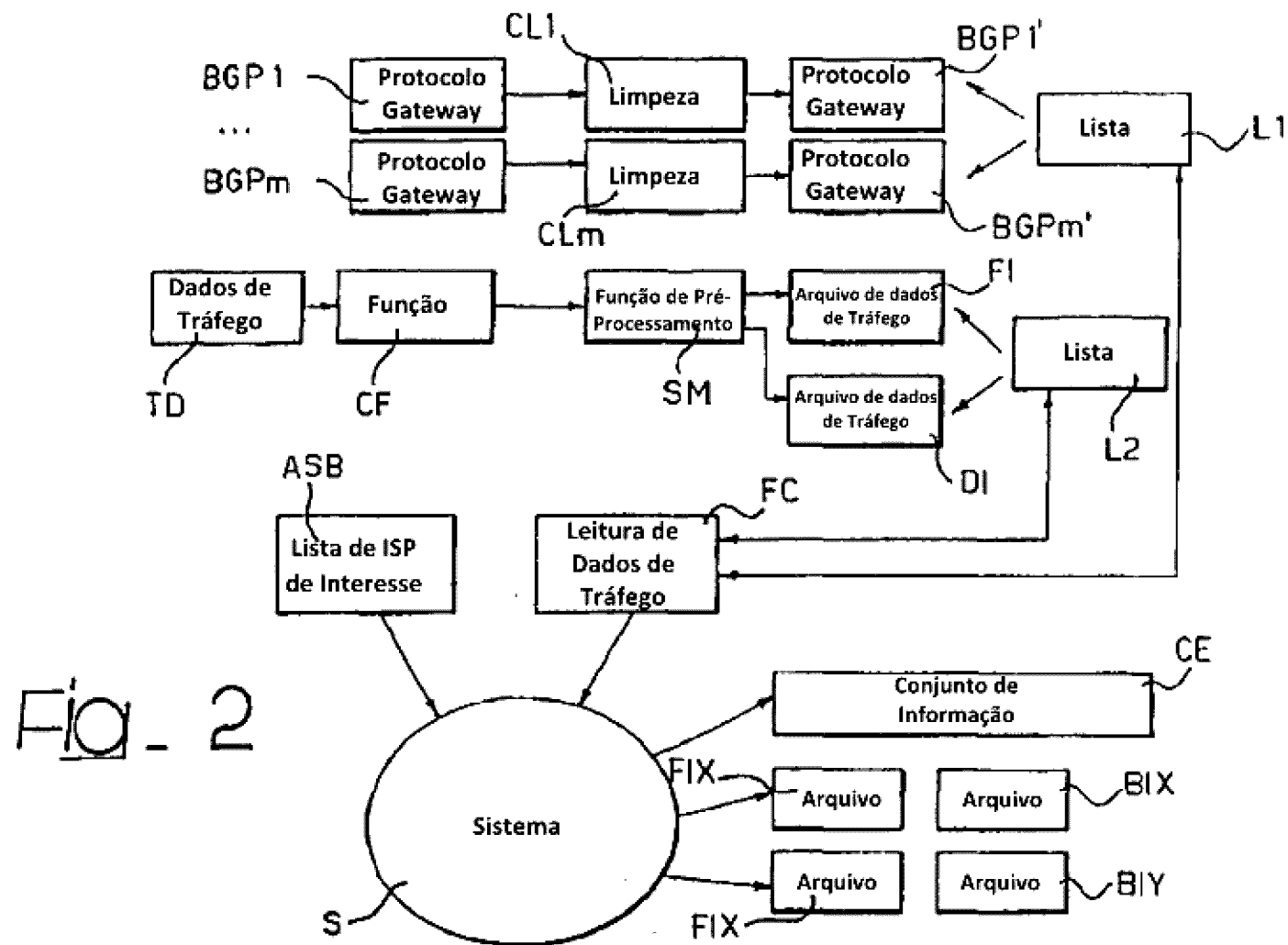
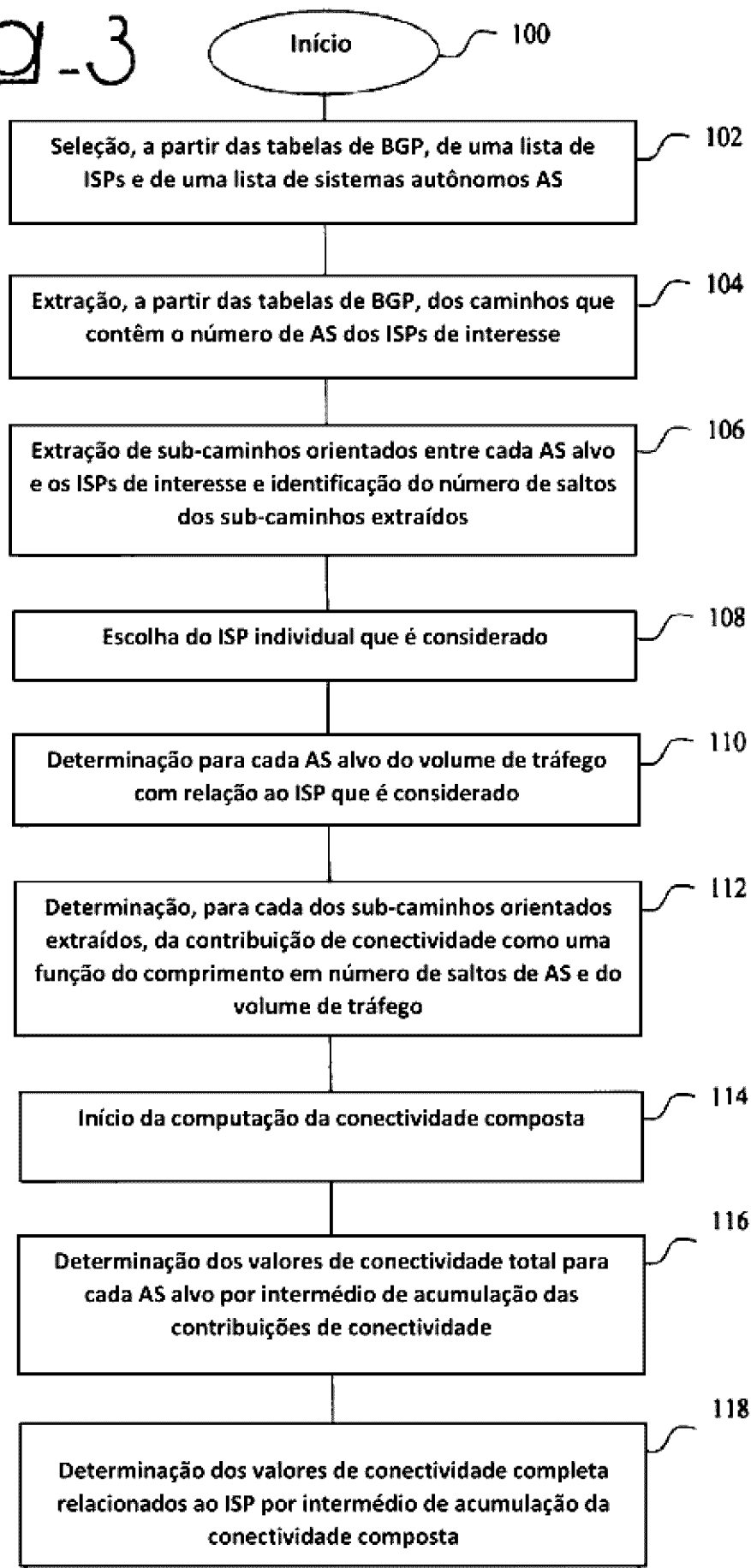


Fig - 3



Índice de conectividade	ISP candidato
68340001236700	1221
68180007780150	701
45087983032050	702
36837885185070	7018
5422148380440	1239
33672812430040	6378
31890431797800	5881
30574585481100	6347
50167803442340	174
28828800480000	6463
28490018008250	1786
27971239464800	3788
27768713309020	1
26880407840460	6461
26806323388430	3848
24470181430890	721
23834317648230	209
23608800666300	6060
23442848788340	2487
22834201491620	2914
21804898467630	3368
21489321914250	2848
20863422289840	1740
20308318408490	3057
18286665170300	7474
17804618322890	6806
16224537073850	288
16781487403940	2828
16055812581290	283
7962069357730	6456

Fig - 4

Índice de conectividade	ISP candidato
403092485510520	1
378736878033370	6433
381486060800780	293
346766792132670	1239
341847878497340	3581
341388177475370	2497
336281843351800	7018
336281900626530	1740
326181811749380	2828
318742193078780	2914
308761943044710	1221
286681972878090	701
285312508484450	1758
280909014480580	2548
241606327828770	3548
183801828413220	6458
127681281206650	3358
83980078889170	6378
60348648348140	286
43368083390370	200
39078188847700	6481
24928862574750	702
17365130790820	3947
7798788709200	6347
8323388678770	174
8263908016270	7474
1853835380130	3788
1247053283160	6586

Fig - 5