



SAINDO DE UM BECO SEM SAÍDA

Capítulo 10
Patterns in Network Architecture

- *Não se trata de termos uma excelente (killer) tecnologia ao nível de protocolos ou rede que tenhamos falhado em incluir. Temos que tomar todas as tecnologias que já conhecemos e juntá-las de uma forma diferente. Não se trata de construir uma inovação tecnológica que irá mudar o mundo, mas se trata de arquitetura...*

- Dave Clark, MIT, 2005

3

Introdução

Questões fundamentais na transição da ARPANET para a Internet

4

- 1 – Substituição do NCP:
 - ▣ Que tipo de protocolo deveria substituí-lo?
- 2 – Limpando a estrutura:
 - ▣ Qual seria a arquitetura correta para redes heterogêneas de compartilhamento de recursos?
- 3 – As camadas mais altas:
 - ▣ Com o que se pareceriam as camadas mais altas?
- 4 – Nomes de aplicações e diretório:
 - ▣ Com o que se pareceriam a nomeação e endereçamento em redes?

Questões fundamentais na transição da ARPANET para a Internet

5

- 5 – *Multihoming*:
 - ▣ Qual seria a natureza deste endereçamento “lógico”?
- 6 – Endereços dependentes de localização:
 - ▣ O que a dependência de localização significa em uma rede?
- 7 – Adoção do sem conexão:
 - ▣ Quais são as propriedades do modelo sem conexão e a sua relação com conexões e como ela escalaria em um sistema de produção?
 - ▣ Haveria um único modelo que englobasse os dois modelos como casos degenerados?

2001: Estado da Pesquisa em Redes

6

- Observação em um estudo do *National Research Council* sobre o estado da pesquisa em redes:
 - ▣ *Um revisor de uma versão preliminar deste relatório observou que o arcabouço proposto – medir, desenvolver uma teoria, prototipar novas ideias – se parece muito com um curso introdutório sobre Pesquisa (Research 101)... Do ponto de vista do público externo, os envolvidos não mostraram que tinham sido capazes de exercitar os elementos comuns a todo programa de pesquisa de sucesso, portanto cabe uma mensagem de retorno ao básico.*

Problemas Sérios

7

- Crescimento de Escala
- Segurança
- Endereçamento
- Roteamento
- Etc.

Tentativas

8

- Projeto NEWARCH (MIT e ISI):
 - ▣ Relatório final em 2003 sem propostas concretas (“*came up dry*”)
- Grande esforço para construir uma infraestrutura
 - ▣ Para investigar as questões principais da Internet hoje (seria uma variação da tentativa de testar todos os tipos de canhões?)
- Iniciativa para encontrar (*find*) um novo desenho para a Internet
- *Clean slate* (lousa em branco)
 - ▣ Mais a seguir

Lousa em Branco (*Clean Slate*)

9

- Novo tópico da moda.
- Mas as lousas parecem não terem sido bem apagadas, e muito menos lavadas!
 - ▣ Poucos dos problemas vistos como importantes estão incluídos nas nossas sete questões fundamentais.
 - ▣ Parece haver uma hipótese implícita de que os fundamentos atuais são firmes (deixando a lousa não tão limpa assim).

10

Consolidação e a Próxima Geração

Questões pendentes

11

- Nenhuma das questões pendentes foi resolvida à exceção da substituição do NCP pelo TCP.
 - ▣ Mas, mesmo assim, o TCP foi projetado para resolver os problemas imediatos e tem pouca habilidade de se adaptar para o futuro
- Por que a Internet é vista como um sucesso?
 - ▣ Abstração: camadas escondem os problemas dos usuários.
 - ▣ Insensibilidade: funciona mesmo com problemas.
 - ▣ Lei de Moore: aumento da capacidade computacional adia a percepção dos problemas
 - ▣ Gastos militares: superdimensionamento dos links desde o início
 - ▣ Trabalho duro: esforço sem tréguas de milhares de engenheiros!

Consolidação/Engessamento

12

- A Internet não começou a estagnar na virada do século e sim no final da década de 70.
 - ▣ A “segunda geração” apresenta o comportamento clássico de “defensores da chama” ao invés de uma oportunidade para completar a visão anterior e sintetizar novas compreensões numa direção mais inovadora.
- Nunca houve uma separação entre a operação e a pesquisa
 - ▣ Solução dos problemas veio em mudanças incrementais
 - ▣ Não houve uma substituição de módulos por novas soluções como ocorre com muitos produtos.

Consolidação/Engessamento

13

- Os novatos encontraram o sistema funcionando e viram a estrutura como a única forma de se construir uma rede.
- Foram criados mitos transformando diversos remendos e gambiarras como se fossem peças maravilhosas de reflexões e projeto.
 - ▣ Estes mitos se tornaram “princípios de projeto”
 - ▣ As decisões tomadas no início das redes pareciam terem sido “recebidas do alto em tábuas de pedra”!
 - ▣ Isto foi reforçado por livros texto descrevendo o que existia como a melhor solução possível, ao invés de descrever os princípios junto com implementações particulares.

Consolidação/Engessamento

14

- Forças externas:
 - ▣ PTTs (CCITT)
 - ▣ OSI: esforço conjunto da ISO e CCITT
 - Conflitos:
 - Conexão x sem conexão
 - Japão x Europa x EUA
 - Indústria de computação x empresas telefônicas
 - Todos contra a IBM
 - Lição:
 - Apesar de parecer razoável, colaborar com o legado levará ao fracasso. Se o novo modelo não tiver uma vantagem significativa para ficar de pé por si mesmo, também não terá como ficar de pé perante a velha guarda.

Consolidação/Engessamento

15

- A Internet estando fora destes conflitos teve a oportunidade de avançar com a tecnologia enquanto ninguém estava olhando.
 - ▣ Mas, isto não aconteceu!
- Houve muita polarização e imaturidade e que impediu que houvesse uma nova síntese.
 - ▣ Os participantes da Internet desenvolveram uma aversão visceral profunda para qualquer coisa associada como OSI, que perdura até hoje.

Sucesso da Internet

16

- Lendo a imprensa popular se tem a impressão de que a Internet é um fruto intelectual surpreendente, um triunfo da inovação americana.
 - ▣ Mas um olhar mais atento revela um quadro diferente:
 - As principais inovações foram:
 - A proposta de uma rede sem conexão de Pouzin para a rede francesa;
 - Aplicação de Saltzer da nomeação de sistemas operacionais para redes.
- Quando o OSI se autodestruiu a Internet foi a única coisa que restou.

Sucesso da Internet

17

- E a Internet estava de pé por causa do esforço de Al Gore e outros de torná-la disponível gratuitamente nos EUA.
 - ▣ Portanto, este sucesso no final foi mais um resultado político e econômico do que provocado por inovações tecnológicas.
 - ▣ Então, talvez foi mesmo Al Gore quem inventou a Internet!

18

Como isto ocorreu?

Como isto aconteceu?

19

- Resposta curta: uma combinação de efeitos.
- Efeitos:
 - ▣ Impulso pela comercialização veio antes da ciência ter sido realmente entendida.
 - ▣ Não se pode subestimar o efeito dos negócios: busca de retorno rápido ao investimento.
 - ▣ Ambiente político:
 - Mesmo quando se reconhece a necessidade de uma revolução Copernicana em redes, há a restrição de não mudar o que temos hoje!
 - Que revolução é esta?

Comportamento Incomum da Comunidade de Teoria das Cordas

20

- Tremenda autoconfiança
- Uma comunidade monolítica incomum
- Sentido de identificação como grupo
- Um sentido forte da fronteira entre o grupo e outros especialistas
- Um desinteresse nas ideias, opiniões e trabalho de especialistas que não façam parte do grupo
- Uma tendência em *interpretar as evidências de forma otimista*
- Uma falta de apreciar até que ponto um programa de pesquisa deve envolver risco.

Pensamento de Grupo

21



- Contribuições à iniciativa do NSF
 - ▣ São todas notavelmente semelhantes
 - ▣ Nenhuma chega ao núcleo do problema ou
 - ▣ Atingem uma nova direção.
- Parte do problema em redes é que hoje temos gerações de engenheiros e professores que nunca viram nada diferente e parecem não ser capazes de imaginar outra forma de fazer.

Mestres artesões e visionários

22

- Mestres artesões entram na ciência porque são bons nisso. São normalmente os melhores estudantes nas aulas de matemática e física desde o segundo grau até a pós-graduação, onde finalmente encontram os seus pares. Eles sempre foram capazes de resolver problemas de matemática mais rapidamente e mais acuradamente do que seus colegas, portanto a habilidade de resolver problemas é o que eles tendem a valorizar em outros cientistas.
- Visionários são diferentes. Eles são sonhadores. Eles entram na ciência porque têm perguntas sobre a natureza da existência que os livros de escola não respondem.

Mestres artesões e visionários

23

- Os mestres artesões são necessários durante períodos de ciência “normal”:
 - ▣ Período no qual um novo paradigma é estabelecido e está sendo explorado e aproveitado.
- Os visionários são necessários quando:
 - ▣ o paradigma antigo está envelhecendo e é necessária uma nova perspectiva
 - ▣ Período de uma ciência revolucionária
- Para encontrar um novo paradigma requer ver novas distinções, questionar tudo, olhar cuidadosamente no que está *realmente* ocorrendo.

Situação atual

- Hoje há ciência, na verdade mais engenharia, em tópicos específicos, mas no geral a tradição se tornou artesanal, dedicada ao desenvolvimento de técnicas e não a uma teoria abrangente.
- Temos um problema adicional:
 - ▣ Centenas de milhões de pessoas dependem da nossa demonstração incompleta.
 - ▣ Mas, não há como o modelo atual prover o que é necessário para os próximos 50 anos ou mais.
 - E nem mencione o IPv6. Ele é menos do que muito pouco muito tarde. É uma perda de tempo!

Sistemas Operacionais e Redes

25

- Com SOs é relativamente fácil tentar muitas abordagens diferentes.
 - ▣ Tudo o que é necessário é uma máquina
 - ▣ Para uma rede, necessitamos de muitas mais.
- Criar um novo protocolo era (e ainda é) um grande esforço, quanto mais uma nova arquitetura.
- O que temos hoje é próximo do DOS
 - ▣ O que precisamos é o Multics,
 - ▣ Mas, provavelmente nos contentaremos com o UNIX.

Pesquisa em Redes

26

- Muitas boas ideias foram refutadas com afirmações como:
 - ▣ Mas, como isto iria funcionar na Internet?
 - ▣ Você nunca poderia fazer *isto* na Internet.
- Desde quando uma boa pesquisa começa no fato dela poder ser implantada num único produto?
 - ▣ A rede telefônica antes dos anos 70?
 - ▣ Com esta atitude nunca teríamos chegado à Internet.

Pesquisa em Redes

27

- Pouco trabalho foi realizado para:
 - ▣ Entender as propriedades gerais das redes
 - ▣ Entender a estrutura profunda e como outras arquiteturas além da que temos hoje poderiam funcionar
- A diferença entre ciência e engenharia é crucial:
 - ▣ A ciência diz respeito à compreensão, enquanto que
 - ▣ A engenharia diz respeito a aplicar esta compreensão para situações do mundo real.

28

A Importância da Teoria

Importância da Teoria

29

- Trabalhar buscando uma teoria abrangente, mesmo se não for encontrada, é benéfico.
- Todas as vezes que resolvemos um problema deveríamos considerar como ele se encaixa na teoria atual.
 - ▣ Se não se encaixa, devemos nos perguntar o que está errado: a solução ou a teoria.
 - ▣ O que é que não entendemos?
- Com a proposição e testes de modelos diferentes, atinge-se uma compreensão mais profunda do domínio do problema, mesmo se o modelo proposto estiver errado.
 - ▣ Ele irá melhorar!

Teoria

30

- A teoria questiona o significado das observações e das técnicas utilizadas.
- A teoria aponta para experimentos que testem a sua veracidade e tentem invalidá-la.
- A teoria aponta para os seus próprios limites.
- A teoria se torna um mapa do nosso conhecimento e, portanto, nos impulsiona em direção a melhores teorias.
- O primeiro passo é formular uma *hipótese*. Para formular uma hipótese, é preciso começar com uma teoria a ser invalidada.

31

Encontrando um Novo Caminho

Recursos

32

- Quantos pesquisadores têm uma exposição abrangente o suficiente a múltiplos paradigmas, história da ciência e, até certo ponto, filosofia para ser capaz de pensar sobre elas do lado de fora?
- Novas compreensões são mais produto de pensar muito do que de muito dinheiro.

Princípios Fundamentais

33

- Quais são os princípios fundamentais que podem ser extraídos da teoria em ciência da computação?
- Princípios fundamentais são relações que são invariantes através de domínios de problemas importantes.
 - ▣ Quanto mais fundamentais forem, maior será o escopo de seu uso.
 - ▣ Para termos princípios, precisamos de uma boa teoria.
 - Mas desenvolver uma teoria em *ciência* da computação é muito mais difícil do que em qualquer outro campo porque:
 - Nos construímos o que medimos.

Separação entre Teoria e Artefato

34

- Há essencialmente duas partes na ciência da computação:
 - ▣ Uma parte matemática
 - ▣ Uma parte científica
- Matemática não é uma ciência.
 - ▣ Na matemática, o único requisito é que a teoria seja logicamente consistente.
 - ▣ Na ciência, a teoria deve ser logicamente consistente e se encaixar nos dados.
- Em CC são as disciplinas de “sistemas” que são as mais científicas.

Teoria

35

- Para que a teoria consolide o conhecimento, ela deve encontrar modelos que enfatizem as invariantes na estrutura lógica.
 - ▣ Isto é basicamente o que tentamos fazer neste livro.

Escopo do Conhecimento

36

- Dado que a matemática é independente dos dados, isto nos permite desenvolver teoria nas disciplinas de sistemas da CC.
 - ▣ Há princípios nestes campos que são independentes da tecnologia e dos dados.
 - ▣ Os princípios partem das restrições lógicas (axiomas) que formam as bases da classe de sistemas: **A arquitetura**
 - ▣ Dentro desta estrutura, há princípios adicionais que são dependentes dos dados e independentes da tecnologia ou implementação: **Os Projetos específicos**
 - ▣ Finalmente, há “princípios” ou relações que são dependentes da tecnologia:
 - Estes formam a base para os manuais de produtos e livros técnicos.

37

Os Pontos Altos

Camada Única: IPC

38

- Há uma camada que provê comunicação interprocessos e que se repete.
- Todas as camadas têm o mesmo conjunto de funções
 - ▣ Em algumas instâncias particulares, algumas funções podem ser nulas
- Mas, são configuradas (com políticas) para diferentes faixas do problema.

Camadas mais baixas

39

- O modelo IPC deixa claro que a camada de rede ou de Internet é o último vestígio do modelo “contas em um cordão”.
 - ▣ Ele desaparece!
- Os desenvolvedores da camada de enlace fizeram o certo,
 - ▣ Mas apenas porque lhes demos apenas uma camada para trabalhar!
- Redes é uma disciplina de sistemas de computação.
 - ▣ Telecomunicações está morta ou se aplica apenas à camada física.
 - ▣ Há implicações para os SOs que ainda devem ser completamente exploradas.

Funções de Segurança

40

- Este modelo confirma a nossa compreensão de que as funções de segurança pertencem à aplicação.
- Até a segurança do IPC é apenas uma forma específica de segurança da aplicação
 - ▣ Pois os processos IPC são aplicações

Segurança Inerente

41

- O modelo IPC distribuído é inerentemente mais seguro dado que :
 - ▣ Minimiza a informação disponível para os atacantes
 - ▣ Requer mínima informação das aplicações
 - ▣ Torna possível exigir requisitos de seus membros e
 - ▣ Requer mínima confiança nos serviços de suporte.
- Combinadas com técnicas de segurança atuais, criam uma rede tão segura quanto exigido pelos seus desenvolvedores.
 - ▣ A fase de registro estabelece o nível de confiança no DIF.

Escopo das Camadas

42

- As camadas, também chamadas de recursos IPC distribuídos – DIFs, possuem diferentes escopos
 - ▣ Ou, se tiverem o mesmo escopo são de níveis diferentes, e
 - ▣ Servem a faixas significativamente diferentes de largura de banda efetiva.

Estrutura de processamento

43

- A decomposição da estrutura em três locais de processamento com diferentes tempos de ciclo:
 - ▣ Muito simples e rápido para a transferência de dados
 - ▣ Controle um pouco mais lento e mais complexo
 - ▣ Gerenciamento mais lento e ainda mais complexo
- Todos desacoplados uns dos outros através de uma RIB/vetor de estados.

Tipos de Protocolos

44

- Após separarmos mecanismos da política, vemos que UDP e TCP são partes de um mesmo protocolo.
- Há apenas dois protocolos em redes:
 - Um protocolo de controle de erro e de fluxo para criar o equivalente a um canal IPC
 - Um protocolo de aplicação que provê a troca de informações para o IPC distribuído.
- **Mais detalhes a seguir!**

Tipos de Protocolos:

Protocolo de Controle de Erro e de Fluxo

45

- ❑ Objetivo: criar o equivalente a um canal IPC
- ❑ Consiste de uma única PDU de Transferência e PDUs de Controle opcionais para dar suporte a mecanismos fracamente acoplados.
- ❑ Um PCI comum é adicionado nas seguintes condições:
 - ❑ Para transportar informação de endereçamento interno,
 - Se o recurso IPC tiver mais do que dois membros
 - ❑ Para proteção da PDU
 - CRC, tempo de vida, encriptação

Tipos de Protocolos:

Protocolo de Aplicação

46

- Provê a troca de informações para o IPC distribuído, incluindo:
 - Um acesso ao IPC para implementar regras de busca e controle de acesso.
 - Uma Troca de Informações de Recursos para distribuir, quase em tempo real, informações de recursos necessários para gerenciar o recurso IPC.
 - O estabelecimento de conexões para este protocolo provê os meios para autenticar novos membros e atribuir endereços.
 - Um gerenciamento de DIF que desempenha o papel de uma gerência de redes tradicional.

Delta-t

47

- É não apenas um bom exemplo de um EFCP como também se encaixa bem na estrutura como se tivesse sido feito para ela.
 - ▣ O uso de PDUs separadas para mecanismos fracamente acoplados tornariam casos degenerados mais simples e facilitaria com que a implementação pudesse explorar mais naturalmente a separação entre controle e dados.
 - ▣ Depois que toda a estrutura IPC foi identificada, ficou claro que o delta-t se encaixa com uma luva.
 - Isto enfatizou a importância do desacoplamento.

Delta-t (informações do prefácio)

48

- Um dos candidatos para substituir o NCP.
- Desenvolvido no Lawrence Livermore Lab
- Ideia radicalmente nova em protocolos com um mecanismo de sincronização mais robusto baseado em temporizadores
 - ▣ Essencialmente eliminou o estabelecimento de conexões
 - ▣ Usa tipos diferentes de PDU para ack e controle de fluxo
 - ▣ Também separa as funções de transporte e de rede.

Desacoplamento entre pedidos e ações

49

- Desacoplamento dos pedidos das aplicações das ações do protocolo como um elemento chave da estrutura.
- A determinação do que fazer com uma solicitação do usuário por recursos de comunicação não é apenas invocar a máquina de protocolo do EFCP como vimos nos últimos 35 anos.
 - ▣ Mas envolve invocar o gerenciamento do DIF
 - ▣ Isto clarifica todo tipo de aspectos do gerenciamento de recursos.

Protocolo de Aplicação

50

- O protocolo de aplicação é provavelmente melhor servido por uma versão generalizada e atualizada do HEMS.
 - ▣ *High-Level Entity Management System*
 - ▣ RFCs 1021 a 1024

Estrutura das Camadas Superiores

51

- Não há camadas superiores de propósito geral
 - ▣ Podem haver funções comuns usadas por algumas aplicações
 - ▣ Alguns domínios específicos de aplicação podem ter camadas adicionais
 - Repasse e controle de erro com um escopo maior
- Relação entre o processo e o protocolo de aplicação:
 - ▣ Não apenas faz sentido como se tornou chave para compreender a estrutura das camadas inferiores (IPC).

Camada de Sessão

52

- A “camada de sessão” torna-se parte do gerenciamento IPC.
- Encaixe de maneira natural indica estar certo:
 - Correspondência com as regras de busca e controle de acesso de sistemas operacionais
 - Informações desatualizadas do DNS ou diretório (aplicação móvel) é um caso degenerado da operação normal.

Identificadores de Protocolos

53

- Identificadores de protocolos são desnecessários.
 - ▣ Inicialmente parecia que estes identificadores identificavam a sintaxe, e faziam isto mesmo.
 - ▣ Mas, depois que o modelo IPC foi compreendido, ficou claro que eles são completamente desnecessários.
- Se houver um identificador de protocolo em um projeto de protocolo, o projeto da camada está defeituoso:
 - ▣ Ou a fronteira da camada está no lugar errado
 - ▣ Ou não há um EFCP ou registro, ou ambos.

Identificador de Fluxo

54

- O identificador de fluxo no IPv6 seria desnecessário se o identificador de fluxo não tivesse sido utilizado para outra coisa.
- ▣ Não tendo o equivalente a um protocolo de acesso de IPC levou a:
 - Portas bem-conhecidas e
 - Não deixam identificadores de fluxos disponíveis.

Sem Conexões como Estado Máximo

55

- Visão tradicional:
 - ▣ A orientação a conexões concentrou no controle de congestionamento e colocou o roteamento nas bordas
 - ▣ Sem conexões concentrou no roteamento e não fez nada pelo congestionamento até que nos afetasse!
- Novas direções:
 - ▣ Prover conexões com propriedades sem conexões
 - ▣ Prover QoS sem ter que recorrer a conexões fortes como no MPLS.
- Quantidade de estado
 - ▣ Aparentemente é a mesma.
 - ▣ A diferença é onde ela se encontra.

Sem Conexões como Estado Máximo (cont.)

56

- Caracterização:
 - ▣ Sem conexões é caracterizada por um estado distribuído máximo
 - ▣ Orientação a conexões é caracterizado pela concentração do estado, sobretudo nas extremidades.

Recursão das Camadas

57

- Deveríamos ter nos apercebido disto antes.
- A lição de uma grande LAN com pontes deveria ter nos dito para esperar o mesmo de grandes redes roteadas.

Eficiência da Implementação

58

- Quando as camadas possuem uma estrutura comum,
 - ▣ A implementação é simplificada e
 - ▣ Não incorre no *overhead* das camadas tradicionais.
- Organiza o processamento e não fica no caminho, o que torna a implementação mais compacta e eficiente.
- Isto tem implicações significativas no deslocamento da funcionalidade para o silício.

Endereços

59

- Sempre assumimos que os endereços fossem nomes de máquinas de protocolos
 - Assim como os nomes eram os nomes das aplicações.
- Mas, descobrimos que:
 - Os endereços são identificadores *internos* ao DIF para coordenar a sua operação.
 - O processo IPC é um processo de aplicação e como tal tem um nome de aplicação
 - Isto é o que é usado para inicialmente estabelecer a comunicação com o mesmo.

Modelo de Endereçamento

60

- O modelo de endereçamento de Saltzer requer apenas pequenas generalizações para incluir o caso que não existia na época.
 - ▣ Ele pressagia o modelo recursivo,
 - ▣ A distinção de Saltzer entre nó e ponto de conexão se revela relativa e, uma consequência natural da estrutura do IPC.

Papeis dos nomes e endereços

61

- Progressão nos papeis dos nomes e dos endereços na rede.
- A arquitetura dos nomes de aplicações externas é essencialmente a projeção em endereços internos ao DIF:

Application names:		location-independent	system-independent
Application instance-names:		location-independent	system-dependent
Sentential names:		location-independent	system-independent
Sentential identifiers:	route-independent	location-independent	system-independent
Node addresses:	route-independent	location-dependent	system-dependent
Point-of-attachment addresses:	route-dependent	location-dependent	system-dependent

Endereços Privados e Públicos

62

- Endereços privados e públicos:
 - ▣ Endereços privados são o caso geral
 - ▣ Endereços públicos são um tipo específico de endereço privado.
- Consistente com o mundo atual no qual potencialmente cada um é proprietário da sua própria rede.
 - ▣ Podemos quebrar a tirania de ser acessível através de um único espaço global de endereços.

Serviços mais seguros

63

- A camada como um IPC distribuído revela o mínimo de informações e permite um controle restrito sobre a informação disponibilizada para a aplicação.
- Isto provê uma estrutura muito mais robusta dentro da qual pode-se prover serviços de segurança.

Simplicidade

64

- Este modelo aparenta ser bem simples.
- Teremos dificuldade em encontrar um modelo mais simples que resolva tantos problemas e que não seja isomórfico a este.
- Ou seja, não é apenas um modelo legal, mas é a base para uma teoria geral de redes.

65

Propriedades Interessantes

Propriedades Interessantes

66

- O modelo cresce em escala em qualquer faixa de largura de banda, número de elementos, distância, etc.
- Permite uma implosão da complexidade eliminando a necessidade de centenas de padrões especializados.
- Permite gastar mais esforços em desenvolver serviços mais sofisticados do que tentar consertar uma estrutura incompleta

Propriedades Interessantes

67

- Inicializar um DIF é apenas um caso de estabelecer uma conexão de aplicação.
 - ▣ A aplicação autentica o seu par.
 - ▣ Esta autenticação consiste em garantir que o processo é um membro aceitável do DIF.
 - ▣ O máximo que o DIF pode garantir é que no melhor do seu conhecimento isto foi o que a origem solicitou.
 - Mas o IPC não pode garantir isto.
- Este modelo provê uma fundação forte para realizar ciência e ensinar um curso superior de redes
 - ▣ Este modelo permite-nos eliminar variáveis de modo a podermos melhor comparar os resultados dos experimentos.

Propriedades Interessantes

68

- *Multihoming* é inerente à estrutura
- A mobilidade é um *multihoming* dinâmico, uma consequência de simplesmente configurar a estrutura de modo apropriado.
- Todas as formas de mobilidade (sub-redes móveis, sistemas ou aplicações) são facilmente acomodadas sem casos especiais.
- O modelo simplifica o *multicast* integrando-o mais de perto ao roteamento e torna o *anycast* útil geralmente.
- O *multicast* facilita aspectos de mobilidade.

Propriedades Interessantes

- A estrutura pode ser protegida em qualquer grau necessário.
- A estrutura que se repete também significa menos trabalho pois se forem encontrados erros, eles só precisarão ser corrigidos uma vez.
- Uma das coisas que crescem em escala é o tamanho da tabela de roteamento.
 - Com endereços topológicos e recursão, o número de rotas que qualquer roteador tem que armazenar pode ser limitado.
 - No pior caso, o número total de rotas na rede pode ser o mesmo, mas nenhum roteador terá que armazenar algo próximo ao número total delas.

Propriedades Interessantes

- O controle de congestionamento pode ser usado em muitos lugares com ou sem a cooperação das aplicações:
- Embora esteja fora do escopo deste livro, há indicações iniciais de que esta estrutura torna possíveis controles de congestionamento e de QoS muito melhores
 - ▣ Isto pode prover um controle mais fino sobre a rede.

Propriedades Interessantes

71

- Com nomes e endereços completos, tornam-se possíveis aplicações distribuídas sofisticadas sem protocolos adicionais.
- ▣ O gerenciamento de uma chamada de voz é um exemplo bastante simples do uso destas capacidades.

Propriedades Interessantes

72

- Outras estruturas de aplicações tornam-se casos de IPC – repasse de mensagens (ou repasse de qualquer aplicação), aspectos do processamento de transações e os chamados protocolos peer-to-peer.
 - ▣ Pode-se dizer que os vendedores de equipamentos e provedores de rede estão no negócio de IPC.
 - ▣ O IPC não para na rede mas continua naquilo que é tradicionalmente visto como aplicações.

Propriedades Interessantes

73

- Uma estrutura comum que se repete terá um profundo efeito no gerenciamento de redes.
 - ▣ Ao invés de camadas produzidas com todos os tipos de mecanismos com a ilusão de ser uma solução para tudo,
 - ▣ As camadas (DIFs) são configurados para endereçar faixas bem definidas de largura de banda e QoS com protocolos que são configurados para se comportar de formas semelhantes e complementares.
 - Isto irá promover escalabilidade, repetitividade, ortogonalidade e semelhança, simplificando consideravelmente e melhorando a efetividade do gerenciamento de redes.

Reações

75

- Espero que este livro abra novas ideias sobre como prover QoS e roteamento usando endereços.
- Reações ao livro:
 - ▣ Alguns ficarão intrigados e gostarão da leitura.
 - ▣ Muitos vendedores irão detestá-lo.
 - Porque representa uma maior comoditização e simplificação.
 - ▣ Os engenheiros irão detestá-lo:
 - Porque são necessários muito menos engenheiros para desenvolver e configurar políticas do que desenvolver novos protocolos.

Palavra final

76

- O futuro pertence ao IPC!
- Não, tecnologia não muda o mundo.
 - ▣ Mas a imaginação sim!