

Universidade de São Paulo
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Departamento de Ciências de Computação e Estatística

Projeto de Sistemas Operacionais

Projeto de Sistemas Operacionais

- O que considerar no projeto de um sistema operacional novo?
- Quais os passos a serem seguidos?
- Pouca literatura
- Muita diversidade
- Muita complexidade

Projeto de Sistemas Operacionais

- Tanenbaum – capítulo 12
- The Common Man's Guide to Operating System Design

<http://cdsmith.twu.net/professional/osdes>

- On building systems that will fail – Corbató 91

Projeto de Sistemas Operacionais

- Definição dos Objetivos;
- Projeto de Interface (interação);
- Implementação;
- Desempenho;
- Planejamento;
- Equipe;
- MINIX;
- Hoje → Tendências em SO;

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Geralmente, projetar um sistema não é uma tarefa fácil;
- Projetar um Sistema Operacional não foge a essa regra → é uma tarefa crítica;
- Importante: os projetistas devem saber claramente o que querem; no entanto, isso nem sempre é uma tarefa fácil;

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Propósitos podem variar dependendo do tipo de sistema; No entanto, alguns propósitos são comuns:
 - Definir abstrações;
 - Prover primitivas;
 - Garantir isolamento (privacidade);
 - Gerenciamento de hardware;

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Definir abstrações: uma das tarefas mais difíceis;
 - Processos;
 - *Threads*;
 - Arquivos;
 - Modelo de gerenciamento de memória;
- Estrutura de Dados (??);

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Prover primitivas: quais operações primitivas são implementadas para manipular as abstrações;
 - Chamadas de sistema;
- Exemplo
 - Para abstração arquivo – quais primitivas?
 - Obvias – ler, abrir, escrever, fechar....
 - Concatenar?
 - Comparar?
 - Compartilhar?

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Garantir isolamento (privacidade): se múltiplos usuários podem ter acesso ao sistema ao mesmo tempo, o sistema deve garantir que os usuários só terão acessos permitidos; segurança;
 - Modularidade do sistema → módulos isolados para garantir desempenho e independência de falhas;
- Não perder flexibilidade
- Compartilhar informações
- Usuário deve “ controlar” o isolamento

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Gerenciamento de Hardware: o sistema deve “cuidar” dos controladores de interrupções e barramento; permitir que os *drivers* possam gerenciar dispositivos de E/S, tais como: disco, impressoras, etc...
- facilidade de acesso a informação
 - Ex. disco = coleção de blocos
= Qual interface? Qual barramento?
- compatibilidade
 - Ex. disco scsi, ide, etc.

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

Objetivos específicos

- Propósito geral – Windows, Unix
- Sistemas Embutidos
 - Recursos limitados
 - Tarefas específicas
 - Ex. software em um celular
- Sistemas de Tempo Real
 - Tempo de resposta é crítico
 - Antes tarde do que nunca – inaceitável
 - Mais complexos

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

Objetivos específicos

- **Sistemas Distribuídos**
 - Todo um sistema deve atuar como um sistema operacional único
 - Transparência
 - Comunicação
 - Compartilhamento de dados
- **Sistemas Tolerantes a Falhas**
 - Formas para recuperação em caso de falhas
 - Esconder as falhas

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Por que é tão difícil projetar um Sistema Operacional?
- Oito motivos importantes:
 - Sistemas Operacionais têm se tornado programas muito grandes; forte interação entre os subsistemas (Ex.: sistema de arquivos com sistema de memória);
 - UNIX → mais de 1 milhão de linhas de código;
 - Win2000 → +/- 29 milhões de linhas de código;

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Sistemas Operacionais devem gerenciar concorrência;
 - múltiplos usuários e múltiplos dispositivos ativos;
 - Problemas: *race conditions* e *deadlocks*;
- Sistemas Operacionais devem lidar com acessos não autorizados → intrusão; *hackers*; *crackers*;
- Sistemas Operacionais devem gerenciar compartilhamento de informações e recursos;

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Sistemas Operacionais devem evoluir rapidamente ou devem estar preparados para evoluírem com facilidade → novas tecnologias de hardware;
 - Unix – década de 70
 - Windows – desde 1985 (fracasso); 1990 – sucesso
- Projetistas dos Sistemas Operacionais não têm uma idéia clara de como o sistema será utilizado;
 - Na década de 70 nem se pensava em Web
- Geralmente, Sistemas Operacionais devem ser projetados para serem portáteis, ou seja, devem rodar sob qualquer plataforma de hardware;

Projeto de Sistemas Operacionais - Objetivos

- Gerenciar um grande número de dispositivos de E/S;
- Novas versões de Sistemas Operacionais devem estar compatíveis com versões antigas;

Projeto de Sistemas Operacionais - Interface

- **Projeto de Interface:**
 - Interação com o Sistema Operacional → chamadas de sistema;
 - Interação Usuário-Sistema Operacional;
- **Princípios:**
 - Simplicidade
 - Completude
 - Eficiência

Projeto de Sistemas Operacionais - Interface

- Simplicidade: em Sistemas Operacionais vale o seguinte ditado: “menos é melhor do que mais”;
- “Quanto mais simples, melhor”;
- “A perfeição é alcançada não quando não há mais o que acrescentar, mas sim quando não há mais o que tirar” St. Exupéry

Projeto de Sistemas Operacionais - Interface

- Completude: o usuário deve ser capaz de realizar as tarefas que deseja;
- *“Primeiramente, é importante enfatizar o valor da simplicidade e da elegância, já que a complexidade tem uma maneira de compor dificuldades e, como temos visto, criando erros. Minha definição de elegância é a realização de uma dada funcionalidade com um mínimo de mecanismo e um máximo de clareza” Corbató*
- Quais as consequências se uma nova característica não for inserida?

Projeto de Sistemas Operacionais - Interface

- Eficiência
 - Chamadas ao sistema devem ser eficientes
 - Os programadores devem ter idéia da eficiência das chamadas ao sistema
 - Eficiência deve ser intuitiva

Projeto de Sistemas Operacionais - Interface

- Dois tipos de clientes para o SO:
 - Usuário
 - interagem com os programas aplicativos
 - interface gráfica
 - Programadores
 - Escrevem os aplicativos
 - Interface do sistema

Projeto de Sistemas Operacionais

Interface do Usuário

- Paradigmas: como o Sistema Operacional é apresentado ao usuários. Como o usuário interage com o sistema:
 - GUI (*Graphical User Interface*) : baseado no paradigma WIMP (*Window, Icon, Menu, Pointing device or Pull-down*)
 - comandos
 - *Entrada de voz*
 - *Escrita à mão*

Projeto de Sistemas Operacionais

Interface do Sistema

- Paradigma de Execução:
 - Algoritmico – executa uma função conhecida
 - ex. Compilar um programa
 - Orientado a eventos – executa inicialização e depois executa eventos
- Paradigma de Dados:
 - Como unificar dados
 - Ex. Fortran – fita de dados
 - Web - conjunto de documentos

Projeto de Sistemas Operacionais

Interface do Sistema

- Chamadas de Sistema: devem ser o mais geral possível:
 - Ex.1: se arquivos, processos ou dispositivos de E/S são tratados pelo SO como arquivos/objetos, então uma simples chamada `read` pode ser utilizada para leitura;
 - Ex.2: Criação de processos
 - Unix – Fork/Exec – total de 3 parâmetros
 - Win32 – `createProcess` – total de 28 parâmetros

Projeto de Sistemas Operacionais - Implementação

- **Implementação**: aspectos relacionados:
 - Estrutura do sistema;
 - Sistema em camadas
 - Windows, Unix
 - Sistema Cliente/Servidor
 - Micronúcleo
 - Partes do SO executam como servidores no espaço do usuário
 - Sistema Modular
 - Mach
 - Sistema Exonúcleo
 - Partes do SO em bibliotecas compartilhadas
 - implementação experimental - Xok

Projeto de Sistemas Operacionais - Implementação

- Nomenclatura: *login names*, nomes de arquivos, nomes de dispositivos, identificação de processos, etc;
- Ortogonalidade: habilidade de combinar conceitos separados e independentes; simplicidade e completude;
 - Fork/exec do Unix para criação de processo
 - Cria novo espaço de endereçamento
 - Carrega novo espaço com uma nova imagem na memória

Projeto de Sistemas Operacionais - Desempenho

- Sistemas Operacionais mais antigos, MS-DOS e UNIX v7, realizavam o *boot* mais rápido que os sistemas atuais;
- Sistemas Operacionais atuais carregam e realizam muito mais tarefas/informações durante o processo de *boot*;
 - Ex.: Dispositivos *Plug and Play* → sempre que o sistema está realizando *boot*, ele faz a checagem se existe um novo hardware a ser instalado, consumindo tempo!!!

Projeto de Sistemas Operacionais - Desempenho

O que deve ser otimizado?

- *Caching;*
- Gerenciamento de memória → troca de páginas → *Working Set*;
- Espaço e Tempo
- Otimização do caso comum X pior caso

Projeto de Sistemas Operacionais - Planejamento

- Idealizar um Sistema Operacional não é uma tarefa trivial como implementar um simples programa que, por exemplo, faz controle de uma vídeo locadora!!!
- Tarefas de planejamento são extremamente importantes;
- O mais fácil é a implementação!!!

Projeto de Sistemas Operacionais – Equipe

- Brooks – The Mythical man-month
- Projetista do OS/360
- Projetos grandes são completamente diferentes de pequenos projetos – produtividade menor
- Nem todas as tarefas podem se tornar paralelas
- Aumentar o número de envolvidos em um projeto de software atrasado faz com que ele se atrase ainda mais

Projeto de Sistemas Operacionais – Equipe

- Líder
 - Distribuir as tarefas;
 - Coordenar as tarefas das diferente equipes;
 - Liderar;
 - Ex.: Linus Torvalds → *kernel* do Linux;
Richard Stallman → GNU C;
 - Equipe de programadores competentes → DESAFIO;

Projeto de Sistemas Operacionais - Resumindo

- O que o Sistema Operacional deve fazer;
- SO deve ser simples, completo e eficiente;
- Interface com o usuários, paradigmas de execução e dados devem estar claramente definidos;
- SO deve estar bem estruturado;
- SO deve ser bem projetado;

Projeto de Sistemas Operacionais - Resumindo

- Sistema Modular → módulos são integrados gradualmente ao sistema;
 - Testes de integração são contínuos → minimiza erros de projeto;
 - Características mínimas → características mais complexas;

Projeto de Sistemas Operacionais - Curiosidade

- MINIX → desenvolvido por Tanenbaum, e seus alunos, para ensinar SO para seus alunos;
- NOME: mini-UNIX;
- Por que?
 - Até a versão 6, o código fonte do UNIX estava disponível sob licença da AT&T; No entanto, a partir da versão 7 seu código foi fechado e o UNIX passou a ser considerado um produto comercial;
 - MINIX é compatível com UNIX do ponto de vista do usuário; no entanto, não possui nenhuma linha sequer do UNIX;

Projeto de Sistemas Operacionais - Curiosidade

- Algumas Características:
 - Suporta Multiprogramação;
 - Suporta até 03 usuários simultâneos em uma mesma máquina;
 - Chamadas de sistemas compatíveis com POSIX (*Portable Operating System Interface* – padrão IEEE de interface para UNIX);
 - Compilador ANSI C;
 - Utiliza *Bourne Shell*;
 - Rede com TCP/IP;
 - Passagem de Mensagem;

Projeto de Sistemas Operacionais - Curiosidade

- MINIX foi escrito utilizando a linguagem C;
- Implementação inicial foi feita para rodar em IBM PC;
 - Intel, Mac, Atari, Amiga;
- Linhas de Código: 27.646;
- Versões atuais:
 - Intel CPUs do 8088 até Pentium → 2.0;
 - Intel, Mac, Amiga, Atari, SPARC → 1.5;

Projeto de Sistemas Operacionais - Curiosidade

- Editores: emacs, vi clone, ex, ed, and simple screen editor;
- Aproximadamente 200 utilitários (primitivas): *cat, cp, ed, grep, kermi, ls, make, sort*, etc.;
- Aproximadamente 300 bibliotecas: *atoi, fork, malloc, read, stdio*, etc.;
- Verificador Ortográfico: 40.000 palavras em Inglês;
- Informações MINIX:
 - <http://www.minix.org/>
 - <http://www.minix-vmd.org/>

Projeto de Sistemas Operacionais - Curiosidade

Estrutura do MINIX – 04 camadas

Camadas

4	init	usuário	usuário	usuário	...	Processos do Usuários
3	memória	arquivos	...			Processos Servidores
2	disco	terminal	clock	sistema	...	Tarefas de E/S
1	Gerenciamento de Processo					

As tarefas da camada 2 e o código da camada 1 são integrados em um programa binário chamado *kernel*;

Projeto de Sistemas Operacionais - Tendências

- Sistemas Operacionais com espaço de endereço de 64-bit;
- Sistemas Operacionais em Rede;
- Sistemas Operacionais Distribuídos;
- Sistema Operacionais Multimídia;
- Sistemas Operacionais Embarcados (*Embedded*);

Tendências dos Sistemas Operacionais – 64-bit

- Windows XP 64-bit
 - Processadores Intel Itanium® 2 64-bit;
 - Alto desempenho:
 - *E-commerce*;
 - *Business Intelligence*;
 - *Data Mining*;
 - Aplicações multimídia:
 - Aplicações 2-D e 3-D;
 - Edição de Vídeo;
 - Desenvolvimento de Jogos;

Tendências dos Sistemas Operacionais – 64-bit

- Manipulação de grandes conjuntos de dados → memória:
 - Eficiência;
 - Memória RAM e memória virtual;
 - Redução de tempo de busca, leitura, escrita, carregar dados na memória;
 - Redução de troca de páginas;
- Escalabilidade;
- Win64™ APIs (*Application Programming Interface*);

Tendências dos Sistemas Operacionais – 64-bit

- Aumento desempenho de ponto-flutuante
→ número de cálculos por período de tempo (hardware);
- Suporta multiprocessadores;
- Cada aplicação suporta um número maior de usuários;
- Interoperabilidade: emulador para aplicações 32-bit (WOW64);

Tendências dos Sistemas Operacionais – 64-bit

Espaço de Endereçamento	Win 64-bit	Win 32-bit
Memória virtual	16Tb	4Gb
Paginação	512Tb	16Tb
Cache	1Tb	1Gb

Tendências dos Sistemas Operacionais – 64-bit

- HP-UX (Unix) → sistema operacional da HP para processadores Intel Itanium® 2 64-bit e arquitetura RISC;
 - Aplicações de alto desempenho;
 - *Business Intelligence*;
 - Escalabilidade;
 - Confiabilidade;
 - *Multithreading*;
 - Segurança;

Tendências dos Sistemas Operacionais – 64-bit

- Solaris™ 9: arquitetura RISC (SPARC);
 - Escalabilidade;
 - Segurança;
 - Suporta múltiplos tamanhos de páginas;
 - Manipulação de grandes quantidades de dados;

Tendências dos Sistemas Operacionais - Multimídia

- Meios de apresentar informação → vídeo e áudio digitais;
- Áudio e vídeo digitais possuem características diferentes dos arquivos tradicionalmente manipulados pelo sistemas operacionais atuais;
- MULTIMÍDIA: áudio + vídeo → **tempo**;
- Windows XP Media Center;

Tendências dos Sistemas Operacionais - Embarcados

- Symbian → sistema operacional para telefones móveis:
 - Nokia; Ericsson;
 - Características:
 - Aplicações: gerenciamento de dados, agenda, navegação;
 - Mensagens: email, fax, SMS;
 - Suporta JavaPhone;
 - Suporte à rede → tecnologias *wireless*;
 - Multimídia;
 - Segurança → criptografia, certificação;
 - Comunicação → TCP/IP (v4 e v6), HTTP, WAP;
 - GUI (WIMP) e textos;