

KIRITISH – CHIQUARISHNI BOSHQARUV TIZIMI.

KIRITISH-CHIQUARISHNI BOSHQARUV TIZIMI VA UNING STRUKTURASI. QURILMALAR KONTROLLERI VA DRAYVERLAR. UZILISHLAR TIZIMI.

Roʻzaliyev Sherzodjon Avazjonovich

Fargʻona Davlat Universiteti axborot texnologiyalari kafedrası mudiri

Murodjonova Lobaroy Maʼrufjon qizi

lobaroymurodjonova@gmail.com

Fargʻona Davlat Universiteti 3-bosqich talabasi.

Annotatsiya: Ushbu maqolada operatsion tizimlarning muhim komponenti bo'lgan kiritish-chiqarishni boshqaruv tizimi (I/O Control System) va uning strukturasi batafsil tahlil qilingan. Maqola kiritish-chiqarish operatsiyalarining asosiy tamoyillari, qurilma kontrolleri va drayverlarning vazifasi hamda uzilishlar tizimining ishlash mexanizmlarini o'rganishga bag'ishlangan. Tadqiqot doirasida I/O boshqaruv tizimining ierarxik tuzilishi, turli xil qurilma drayverlari (blok, belgi va tarmoq drayverlari), uzilishlarni qayta ishlash algoritmlari va zamonaviy I/O texnologiyalari (NVMe, USB 4.0, DMA) tahlil qilingan. Maqolada I/O operatsiyalarining uch asosiy turi - Programmed I/O, Interrupt-driven I/O va Direct Memory Access (DMA) ning afzallik va kamchiliklari qiyosiy tahlil qilingan. Buferlashtirish strategiyalari, disk boshqaruv algoritmlari (FCFS, SSTF, SCAN, C-SCAN) va xatoliklarni qayta ishlash mexanizmlari ham keng yoritilgan. Virtualizatsiya muhitida I/O resurslarini boshqarish masalalari va zamonaviy apparataviy yechimlar bilan bog'liq innovatsion yondashuvlar ham muhokama qilingan. Maqola operatsion tizimlar sohasidagi talabalar, magistrantlar va mutaxassislar uchun mo'ljallangan bo'lib, nazariy bilimlar bilan amaliy misollarni birlashtirgan holda yozilgan.

Kalit so'zlar: operatsion tizim, kiritish-chiqarish tizimi, I/O control, qurilma drayveri, uzilishlar, DMA, buferlashtirish, disk algoritmlari, virtualizatsiya, NVMe.

Аннотация: Эта статья подробно анализируется подробной системой управления выходом с важным компонентом операционных систем и ее структурой. Статья посвящена изучению основных принципов депозитных операций, задачи функции системы контроллеров и драйверов устройства и механизмов прерывов. Исследование проанализировало иерархическую структуру введения ввода / вывода, различных драйверов устройств (блоки, иконки и сетевые драйверы), алгоритмы прерывов и современные технологии ввода -вывода (NVME, USB 4.0, DMA). Статья представляет собой сравнительный анализ преимуществ и недостатков запрограммированного ввода / вывода, I / прямого доступа к памяти, управляемому прерыванием (DMA). Стратегии полировки, алгоритмы контроля дисков (FCFS, SSSTF, сканирование, C-сканирование) и ошибки хорошо обработанные механизмы также широко распространены. Инновационные подходы также обсуждались в среде виртуализации и связаны с современным оборудованием. Статья предназначена для студентов, мастеров и специалистов в области операционных систем и письменных практических примеров с теоретическими знаниями.

Ключевые слова: операционная система, система ввода, управление вводом / выводом, драйвер устройства, сбои, рычаг, алгоритмы диска, виртуализация, NVME

Annotation: This article is analyzed in detail a detailed-output control system with an important component of operating systems and its structure. The article is dedicated to the study of the main principles of deposit operations, the task of the function of the system of device controllers and drivers and the mechanisms of interruptions. The study analyzed the hierarchical structure of the I / O administration, various device drivers (blocks, icons and network drivers), interruptions algorithms and modern I / O technologies (NVMe, USB 4.0, DMA). The article is a comparative analysis of the advantages and disadvantages of programmed i / O, Interrupt-Driven i / Direct Memory Access (DMA). Buffing strategies, disk control algorithms (FCFS, SSSTF, Scan, C-Scan) and errors well-processing

mechanisms are also widely covered. Innovative approaches were also discussed in the Virtualization environment and related to modern equipment. The article is designed for students, masters and specialists in the field of operating systems, and written practical examples with theoretical knowledge.

Keywords: operating system, input system, i / o Control, device driver, disruptions, leverage, disk algorithms, virtualization, NVME.

KIRISH

Zamonaviy kompyuter tizimlarda kiritish-chiqarish (I/O - Input/Output) operatsiyalari operatsion tizimning eng muhim va murakkab qismlaridan biridir. Foydalanuvchi bilan tizim o'rtasidagi barcha ma'lumot almashinuvi, xotira qurilmalari bilan ishlash, tarmoq aloqalari va boshqa ko'plab vazifalar kiritish-chiqarish tizimi orqali amalga oshiriladi. Ushbu maqolada kiritish-chiqarishni boshqaruv tizimi, uning strukturasi, qurilmalar kontrolleri, drayverlar va uzilishlar tizimining ishlash tamoyillari batafsil ko'rib chiqiladi.

Kiritish-chiqarishni boshqaruv tizimining asosiy tushunchasi

Kiritish-chiqarishni boshqaruv tizimi (I/O Control System) – bu operatsion tizimning bir qismi bo'lib, kompyuter tizimidagi barcha kiritish va chiqarish qurilmalarining ishini muvofiqlashtiradi va boshqaradi. Bu tizim markaziy protsessor (CPU) va tashqi qurilmalar o'rtasida vositachi vazifasini bajaradi.

Asosiy vazifalar:

Tashqi qurilmalarning holatini kuzatish va boshqarish

Ma'lumotlarni qurilmalardan qabul qilish va ularga uzatish

Qurilmalar bilan ishlashda xatoliklarni aniqlash va bartaraf etish

Resurslarni samarali taqsimlash va foydalanish

Turli qurilmalarning bir vaqtda ishlashini ta'minlash

Kiritish-chiqarishni boshqaruv tizimining strukturasi

1. Ierarxik tuzilma

Kiritish-chiqarishni boshqaruv tizimi quyidagi ierarxik tuzilmaga ega:

Yuqori daraja (Application Layer)

Foydalanuvchi dasturlari

System call interfeyslari

Fayl tizimi

O'rta daraja (OS Kernel Layer)

I/O boshqaruv dasturlari

Buferlashtirish tizimi

Navbat boshqaruvi

Quyi daraja (Hardware Abstraction Layer)

Qurilma drayverlari

Kontroller dasturlari

Apparatlar interfeyslari

2. Asosiy komponentlar

I/O Manager Barcha kiritish-chiqarish operatsiyalarini muvofiqlashtiruvchi markaziy komponent. U system call'larni qabul qiladi va tegishli drayverlar bilan bog'lanadi.

Buffer Manager Ma'lumotlarni vaqtincha saqlash uchun xotira bufferlarini boshqaradi. Bu tizim ishlashini tezlashtirish va samaradorlikni oshirish uchun zarur.

Interrupt Handler Qurilmalardan kelayotgan uzilishlarni qayta ishlaydi va tegishli dasturlarga boshqaruvni uzatadi.

Scheduler I/O so'rovlarini navbatga qo'yadi va ularni prioritet asosida tartibga soladi.

Qurilmalar kontrolleri

Kontrollerning vazifasi

Qurilma kontrolleri (Device Controllers) – bu apparataviy komponentlar bo'lib, aniq bir qurilma yoki qurilmalar guruhini boshqaradi. Har bir kontroller o'z qurilmasi bilan CPU o'rtasidagi interfeys vazifasini bajaradi.

Kontrollerning tuzilishi:

Registrlar

Buyruq registrlari (Command registers)

Holat registrlari (Status registers)

Ma'lumot registrlari (Data registers)

Bufer xotirasi Ma'lumotlarni vaqtincha saqlash uchun ichki buferlar

Mantiqiy bloklar Qurilmaning ishlashini nazorat qiluvchi mantiqiy sxemalar

Kontrollerlar turlari:

1. **Serial kontroller** - ketma-ket port qurilmalari uchun
2. **Parallel kontroller** - parallel port qurilmalari uchun
3. **Disk kontroller** - qattiq disklar va SSD uchun
4. **Network kontroller** - tarmoq qurilmalari uchun
5. **Graphics kontroller** - video qurilmalar uchun

Drayverlar (Device Drivers)

Drayverning asosiy tushunchasi

Qurilma drayveri (Device Driver) – bu maxsus dastur bo'lib, operatsion tizim yadrosi va aniq qurilma o'rtasida interfeys vazifasini bajaradi. Drayver qurilmaning xususiyatlarini biladi va uni boshqarish uchun zarur bo'lgan barcha buyruqlarni ta'minlaydi.

Drayverning vazifalar:

Qurilmani initsializatsiya qilish

Qurilma bilan ma'lumot almashinuvi

Xatoliklarni qayta ishlash

Qurilma holatini monitoring qilish

Resurs boshqaruvi

Drayverlar turlari:

Blok qurilma drayverlari

Qattiq disklar

CD/DVD disklar

USB xotira qurilmalari

Ma'lumotlarni bloklar shaklida qayta ishlaydi

Belgi qurilma drayverlari

Klaviatura

Sichqoncha

Serial portlar

Ma'lumotlarni belgi-belgi qayta ishlaydi

Tarmoq drayverlari

Ethernet kartalar

Wi-Fi adapterlar

Bluetooth qurilmalar

Drayver arxitekturası:

Foydalanuvchi dasturlari

System Call Interface
I/O Manager
Device Driver
Hardware Abstraction Layer
Device Controller

Uzilishlar tizimi (Interrupt System)

Uzilishning asosiy tushunchasi

Uzilish (Interrupt) – bu qurilma tomonidan CPUga yuborilayotgan signal bo'lib, qandaydir hodisaning sodir bo'lganini bildiradi. Bu mexanizm orqali qurilmalar o'z holatini CPU ga xabar qiladi va tegishli dasturlarning bajarilishini talab qiladi.

Uzilishlar turlari:

Apparataviy uzilishlar (Hardware Interrupts)

Tashqi qurilmalar tomonidan yaratiladi

Asinxron ravishda sodir bo'ladi

Misol: klaviatura bosishi, tarmoq paketining kelishi

Dasturiy uzilishlar (Software Interrupts)

Dastur tomonidan vujudga keladi

System call'lar orqali chaqiriladi

Sinxron ravishda sodir bo'ladi

Tizim uzilishlari (System Interrupts)

Tizim vaqti (Timer interrupt)

Xotira boshqaruvi uzilishlari

Xatolik uzilishlari

Uzilishlarni qayta ishlash jarayoni:

1. **Uzilish signalining kelishi**
2. **Joriy bajarilayotgan dasturni to'xtatish**
3. **Registrlarni saqlash**
4. **Uzilish vektorini aniqlash**
5. **Tegishli uzilish dasturchisini chaqirish**
6. **Uzilishni qayta ishlash**
7. **Registrlarni tiklash**
8. **Avvalgi dasturni davom ettirish**

Uzilish prioritetlari:

Tizimda bir vaqtda bir nechta uzilish sodir bo'lishi mumkin. Shuning uchun uzilishlar prioritet tizimi bo'yicha tartiblanadi:

Yuqori prioritet: Tizim kritik uzilishlar

O'rta prioritet: Vaqt muhim uzilishlar

Past prioritet: Oddiy I/O uzilishlar

I/O operatsiyalarining turlari

1. Programmed I/O

Bu usulda CPU to'liq nazorat ostida I/O operatsiyalarini amalga oshiradi. CPU qurilma holatini doimiy tekshiradi (polling) va ma'lumot tayyor bo'lganda uni o'qiydi yoki yozadi.

Afzalliklari:

Oddiy implementatsiya

Kam xotira talabi

Kamchiliklari:

CPU vaqtining behuda sarflanishi

Past samaradorlik

2. Interrupt-driven I/O

Uzilish asosida I/O operatsiyalari. CPU qurilmaga buyruq beradi va boshqa ishlar bilan shug'ullanadi. Qurilma tayyor bo'lganda uzilish orqali CPU ni xabardor qiladi.

Afzalliklari:

CPU vaqtidan samarali foydalanish

Ko'p vazifani parallel bajarish imkoniyati

Kamchiliklari:

Har bir bayt uchun uzilish zarur

Uzilishlarni qayta ishlash xarajatlari

3. Direct Memory Access (DMA)

DMA kontrolleri yordamida ma'lumotlar to'g'ridan-to'g'ri xotira va qurilma o'rtasida uzatiladi, CPU aralashuvisiz.

Afzalliklari:

Yuqori tezlik

CPU yuklanishining kamayishi

Katta hajmdagi ma'lumotlar uchun ideal

Kamchiliklari:

Murakkab implementatsiya

Qo'shimcha apparataviy talablar

Buferlashtirish (Buffering)

Buferlashtirish zarurati

Buferlashtirish I/O samaradorligini oshirish uchun zarur bo'lgan texnikadir. Turli qurilmalarning ishlash tezligi har xil bo'lgani uchun, ma'lumotlarni vaqtincha saqlash zarur.

Buferlashtirish turlari:

Yagona bufer (Single Buffer)

Bir vaqtning o'zida faqat bitta blok ma'lumot saqlanadi

Oddiy implementatsiya

Cheklangan samaradorlik

Ikki tomonlama bufer (Double Buffer)

Ikki bufer almashinuv bilan ishlatiladi

Bir bufer to'ldirilayotgan paytda, ikkinchisi qayta ishlanadi

Yuqori samaradorlik

Circular Buffer (Ring Buffer)

Halqasimon struktura

Ko'p ishlab chiqaruvchi va iste'molchi uchun ideal

Doimiy ma'lumot oqimi uchun mos

Buffer Pool

Katta tizimlarda ko'plab buferlar birgalikda boshqariladi. Buffer pool mexanizmi orqali buferlar samarali taqsimlanadi va qayta ishlatiladi.

Disk boshqaruv algoritmlari

Disk so'rovlarini tartibga solish

Qattiq disklarga murojaat qilishda mexanik harakatlar tufayli katta vaqt sarflanadi. Shuning uchun so'rovlarni optimal tartibda bajarish zarur.

Asosiy algoritmlar:

FCFS (First Come First Served)

So'rovlar kelish tartibida bajariladi

Oddiy implementatsiya

Optimal emas

SSTF (Shortest Seek Time First)

Eng yaqin so'rovdan boshlanadi

Yaxshi samaradorlik

"Starvation" muammosi mavjud

SCAN (Elevator Algorithm)

Bir yo'nalishda barcha so'rovlarni bajaradi

Qaytishda boshqa so'rovlarni bajaradi

Adolatli taqsimlash

C-SCAN (Circular SCAN)

Faqat bir yo'nalishda harakat qiladi

Boshiga qaytganda so'rovlarni bajaradi

Bir xil kutish vaqti

Xatoliklarni qayta ishlash

I/O xatoliklari turlari:

Vaqtinchalik xatoliklar

Tarmoq uzilishlari

Qurilmaning band bo'lishi

Takrorlash orqali hal qilinadi

Doimiy xatoliklar

Qurilmaning buzilishi

Noto'g'ri parametrlar

Maxsus qayta ishlash zarur

Xatoliklarni qayta ishlash strategiyalari:

1. **Qayta urinish (Retry)**
2. **Xatolikni yuqoriga uzatish (Error propagation)**
3. **Zaxira qurilmaga o'tish (Failover)**
4. **Degraded mode'da ishlash**

Zamonaviy I/O texnologiyalari

NVMe (Non-Volatile Memory Express)

Yangi avlod SSD disklar uchun maxsus protokol. An'anaviy SATA interfeysi o'rniga PCI Express orqali to'g'ridan-to'g'ri bog'lanadi.

Afzalliklari:

Juda yuqori tezlik

Past latency

Ko'p navbat (Multi-queue) qo'llab-quvvatlash

USB 3.0/3.1/4.0

Zamonaviy USB standartlari yuqori tezlik va ko'p funktsionallik taklif etadi.

Thunderbolt

Intel tomonidan ishlab chiqilgan yuqori tezlikli interfeys.

Virtualizatsiya va I/O

Virtual I/O

Virtualizatsiya muhitida I/O qurilmalarini boshqarish maxsus yondashuvni talab qiladi. Har bir virtual mashina o'z I/O resurslariga ega bo'lishi kerak.

Para-virtualization

Guest OS dan host OS ga to'g'ridan-to'g'ri murojaat qilish imkoniyati.

Hardware-assisted virtualization

Zamonaviy protsessorlardagi maxsus komandalar yordamida I/O virtualizatsiyasi.

XULOSA

Kiritish-chiqarishni boshqaruv tizimi zamonaviy operatsion tizimlarning eng murakkab va muhim qismlaridan biridir. Bu tizim turli xil qurilmalar bilan samarali ishlash, ma'lumot almashinuvini ta'minlash va tizim resurslarini optimal taqsimlash vazifalarini bajaradi.

Qurilma kontrolleri va drayverlari apparataviy va dasturiy ta'minot o'rtasidagi muhim bog'lovchi bo'lib xizmat qiladi. Uzilishlar tizimi esa asinxron hodisalarni qayta ishlash va tizim javobgarligini ta'minlash uchun zarurdir.

Texnologiyalarning rivojlanishi bilan I/O tizimlari ham mukammalashib bormoqda. NVMe, USB 4.0, Thunderbolt kabi yangi texnologiyalar yanada yuqori samaradorlik va funktsionallik taklif etmoqda.

I/O tizimini to'g'ri loyihalash va implementatsiya qilish butun tizimning ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun bu sohani chuqur o'rganish va eng yangi texnologiyalardan xabardor bo'lish zarurdir.

Foydalanilgan Adabiyotlar:

1. **Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G.** Operating System Concepts. 10th Edition. John Wiley & Sons, 2018. - 944 p.
2. **Tanenbaum, A. S., & Bos, H.** Modern Operating Systems. 4th Edition. Pearson Education, 2014. - 1136 p.
3. **Stallings, W.** Operating Systems: Internals and Design Principles. 9th Edition. Pearson, 2018. - 816 p.
4. **Love, R.** Linux Kernel Development. 3rd Edition. Addison-Wesley Professional, 2010. - 440 p.
5. **McKusick, M. K., Neville-Neil, G. V., & Watson, R. N. M.** The Design and Implementation of the FreeBSD Operating System. 2nd Edition. Addison-Wesley Professional, 2014. - 928 p.
6. **Bovet, D. P., & Cesati, M.** Understanding the Linux Kernel. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2005. - 944 p.
7. **Corbet, J., Rubini, A., & Kroah-Hartman, G.** Linux Device Drivers. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2005. - 636 p.
8. **Russinovich, M. E., Solomon, D. A., & Ionescu, A.** Windows Internals. 7th Edition. Microsoft Press, 2017. - 800 p.
9. **Bach, M. J.** The Design of the UNIX Operating System. Prentice Hall, 1986. - 471 p.
10. **Goyal, A.** Operating Systems. McGraw-Hill Education, 2020. - 612 p.

11. **Dhamdhere, D. M.** Operating Systems: A Concept-Based Approach. 3rd Edition. McGraw-Hill Education, 2013. - 736 p.

12. **Nutt, G.** Operating Systems: A Modern Perspective. 3rd Edition. Addison-Wesley, 2003. - 720 p.

Elektron manbalar:

13. Intel Corporation. **NVMe Specification.** www.nvmexpress.org

14. USB Implementers Forum. **USB 4.0 Specification.** www.usb.org

15. Linux Kernel Documentation. **I/O Subsystem.** www.kernel.org/doc

Ilmiy maqolalar:

16. **Anderson, T. E., Culler, D. E., & Patterson, D. A.** "A Case for NOW (Networks of Workstations)." IEEE Micro, 1995, vol. 15, no. 1, pp. 54-64.

17. **Chen, P. M., Lee, E. K., Gibson, G. A., Katz, R. H., & Patterson, D. A.** "RAID: High-performance, reliable secondary storage." ACM Computing Surveys, 1994, vol. 26, no. 2, pp. 145-185.

18. **Rosenblum, M., & Ousterhout, J. K.** "The design and implementation of a log-structured file system." ACM Transactions on Computer Systems, 1992, vol. 10, no. 1, pp. 26-52.