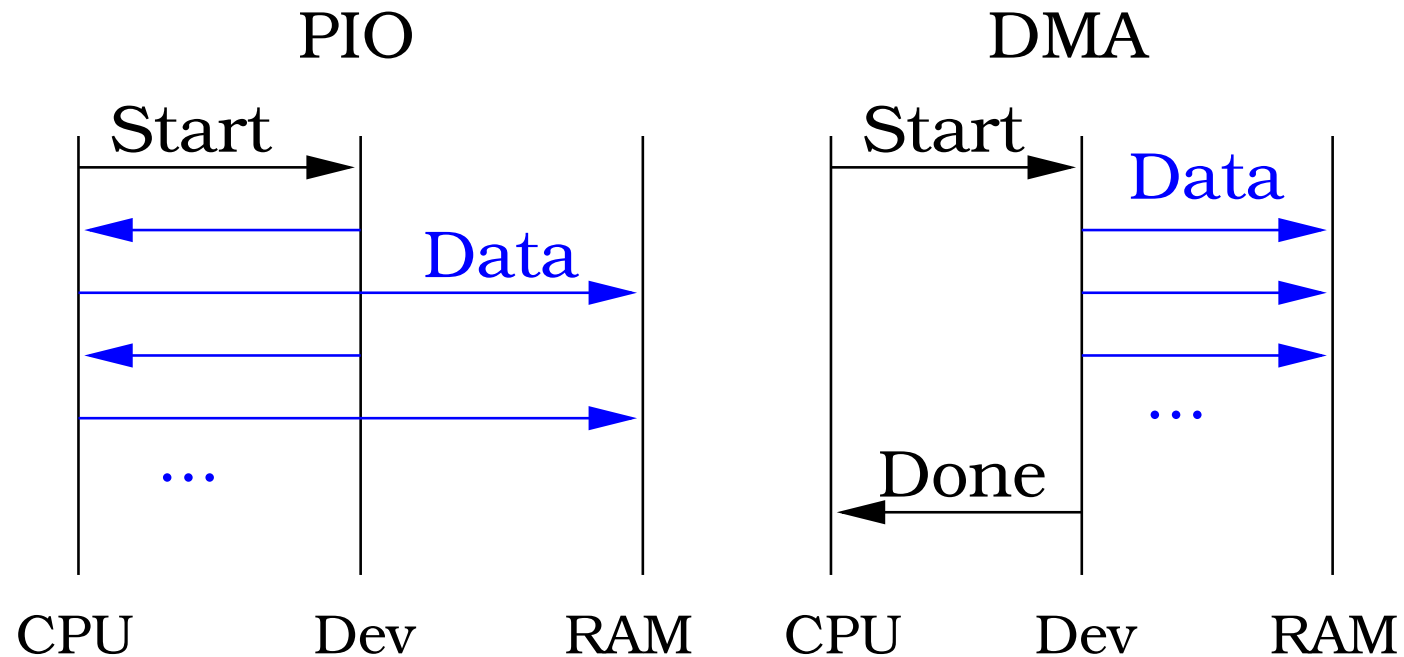


I/O süsteemid

- Riistavara (pordid, DMA, . . .)
- Katkestused
- Rakenduste liides I/O kasutamiseks
- Tuuma I/O alamsüsteem
- STREAMS
- Jõudlus

Kiirülevaade riistvarast

- Port IO vs MMIO (*Memory Mapped I/O*)
- Seadme registrid
- Vookontroll
- PIO (*Programmed I/O*) vs DMA / DVMA



Näide: 1. flopiseadme registrid

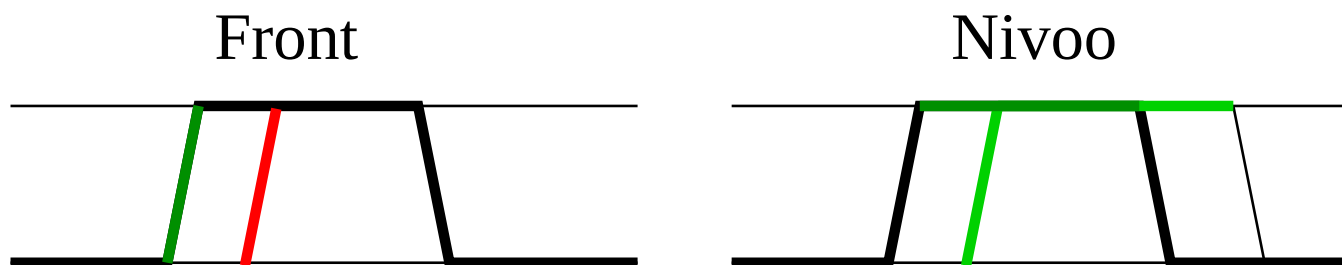
port	register	mood
3f0h	status register A (PS/2)	R
3f1h	status register B (PS/2)	R
3f2h	digital output register DOR	W
3f4h	main status register	R
3f4h	data rate select register (DSR)(PS/2)	W
3f5h	data register	R/W
3f7h	digital input register DIR (AT)	R
3f7h	configuration control register (AT)	W

Katkestused

- Pollimine vs katkestused
 - Kummalgi oma head ja vead
- Püünised on protsessorisisesed katkestused
- Jagatavad katkestused vs palju katkestusi
- Frondi või nivooga juhitud katkestused
- Katkestus kui teade
- Maskeeritavad ja mittemaskeeritavad katkestused (*NMI*)
- Katkestuste ühekaupa maskeerimine kui vookontrolli vahend
- Katkestuste kontrollerid — PIC, OpenPIC, Local APIC, IO-APIC, ...

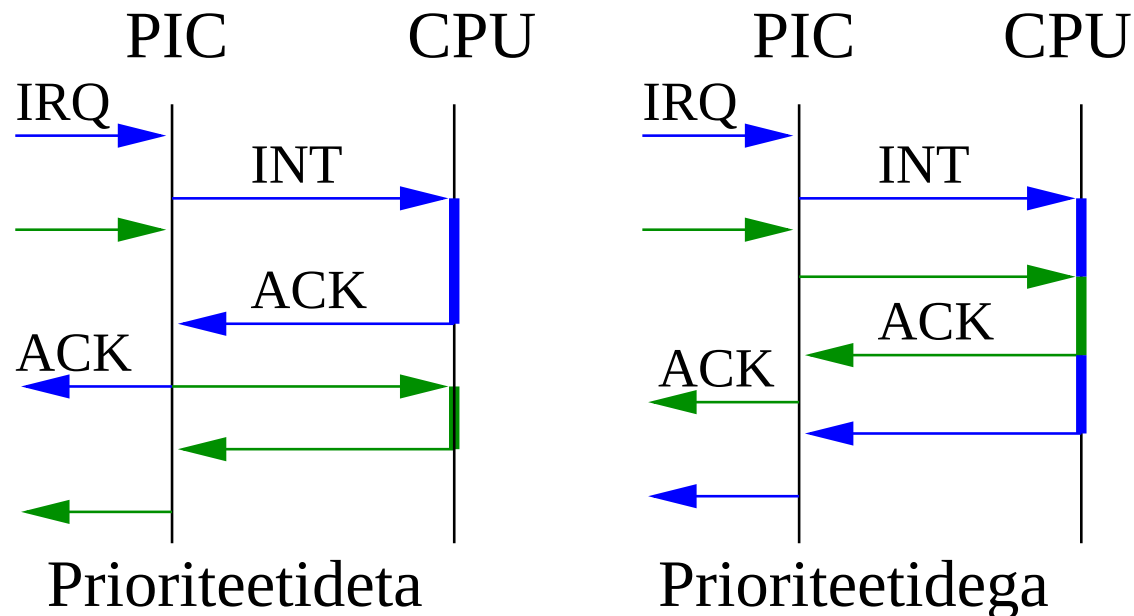
Frondi ja nivooga mõjuvad katkestused

- Frondiga mõjuvad — *edge-triggered*
- Nivooga mõjuvad — *level-triggered*
- Frondiga mõjuvaid katkestusi ei saa jagada
- Nivooga mõjuvaid katkestusi saab mitme seadme vahel jagada



Katkestuste prioriteedid

- Võime erinevatele katkestustele anda erinevad prioriteedid
- Suurema prioriteediga katkestus võib vahele segada väiksema prioriteediga katkestuse teenindamisele
- Prioriteetidega katkestused kui vahend vookontrolliks tuumas
- Prioriteetide programmeerimine katkestuste kontrollerisse on lisakulu



Rakenduste liides sisendile-väljundile

- Programmeerimisliides seadmeklasside kaupa
- Seadmedraiverite kiht peidab ära erinevate seadmete, siinide jms omapärad
- Seadmed erinevad mitmetes aspektides:
 - Plokkseadmed vs märkseadmed
 - Järjestikpöördus vs otsepöördus
 - Sünkroonne vs asünkroonne režiim
 - Jagatav või ühele kasutajale korraga
 - Kiirused erinevad paljude suurusjärkude poolest
 - Lugemiseks, kirjutamiseks, lugemiseks-kirjutamiseks

Muud

- Plokkseadmed: failisüsteem vs otsejuurdepääs (*raw I/O*)
- Kellad
 - Reaalajakellad on pea igas arvutis
 - Annavad jooksva aja, möödunud aja, taimerid
- `ioctl()` süsteemifunktsioon – tagauks otse draiverisse rakenduste tasemelt. Igal draiveril oma `ioctl`'id

Blokeeruv ja mitteblokeeruv I/O

- Mida teeb süsteemifunktsioon, kui tema kaudu tehav I/O aega võtab?
- Blokeeruvad süsteemifunktsioonid – protsess/lõim blokeeritakse kuni operatsiooni lõppemiseni või vea saamiseni (sünkroonne liides)
- Mitteblokeeruvad süsteemifunktsioonid – protsessile tagastatakse tulemus, mis ütleb, et käsk on nüüd töös, hiljem saab päris tulemuse teada
- Palju liideseid asünkroonsuse realiseerimiseks (callbackid, aio teegid, select()/poll(), I/O completion ports, SIGIO, reaalajasignaali failipidemega, kevent/kqueue, ...)