

Tomáš Oberhuber

Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering
Czech Technical University in Prague

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

- 1 Úvod
- 2 Typické úlohy pro mainframe
- 3 Hlavní vlastnosti mainframe
RAS
- 4 Mainframe a datová centra
- 5 Mainframe a cloudcomputing
- 6 Hardware
- 7 Operační systémy pro mainframy

Video na Youtube

Co je to mainframe?

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

- jde o počítače dříve známé jako sálové
- koncem 90. let se zdálo, že vymizí
- po roce 2000 nastává jejich renesance



"Mainframy jsou nejstabilnější, nejbezpečnější a nejvíce kompatibilní (zpětně kompatibilní) počítačová platforma."

Kde se mainframy používají?

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Mainframy dobře vystihuje jejich nasazení:

- využívají je zejména velké společnosti, které se potýkají s problémem **nezvladatelně velké IT infrastruktury**
- zejména velké podniky, vlády - Fortune 1000
- obchodní řetězce (Tesco, Wallmart), banky (ČS, KB), letecké společnosti, Wallstreet
- mainframy excelují ve zpracování transakcí - bankomaty (ATM), rezervace letenek, daňový systém
- vynikají jako webové servery - 60% obsahu Internetu je uloženo na mainframech
- nejbližší mainframe v Praze má DHL

IBM vyvíjí mainframy se záměrem zjednodušit správu IT v podnikové sféře.

Typické úlohy pro mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

- zpracování transakcí - CICS
- zpracování dávkových úloh - JCL
- dříve i vědecké výpočty - přistání Apollo 11 na Měsíci

Příklady systémů pro zpracování transakcí (požadavků zákazníků):

- banky - bankomaty (ATM)
- letecké společnosti - rezervace letenek
- telefonní společnosti - evidování hovorů
- internetové obchody
- vládní úřady - zpracování daní
- webový server

Úvod

Typické úlohy pro mainframe

Hlavní vlastnosti mainframe

RAS

Mainframe a datová centra

Mainframe a cloudcomputing

Hardware

Operační systémy pro mainframey

Charakteristika transakcí:

- malý objem vstupních a výstupních dat + pár záznamů pro začlenění databáze
- velmi krátká časová odezva
- velký počet uživatelů $\Rightarrow$ velký počet transakcí
 - nutnost zpracovat mnoho transakcí současně - lze provést paralelně
 - TPS - transactions per second
 - mainframey umožňují zpracovat až deset tisíc TPS
 - často je nutná neustálá dostupnost systému pro zpracování transakcí
 - výpadek systému pro zpracování transakcí může vést k velkým ztrátám
 - je nutné zajištění bezpečnosti pro data zadaná uživatelem

Zpracování dávek - batch processing I.

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Charakteristika dávek:

- velký objem vstupních a výstupních dat – řádově terabajty
- současný hardware zSeries - až 32 TB RAM, datová propustnost ≈ 300 GB/s
- není nutná rychlá odezva (úloha může běžet několik hodin)
- zpracování probíhá v době nižší on-line zátěže (méně transakcí)
- dávka se může skládat z několika tisíc úloh
- mainframy obsahují pokročilý systém pro zpracování úloh - jobs

Zpracování dávek - batch processing II.

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Příklady:

- zpracování transakcí z ATM do databáze
 - transakce se pro rychlou odezvu neukládají do databáze ihned, ale až v noci, kdy méně lidí využívá ATM
 - jde o tzv. "batch window"
 - ne vždy ale taková doba se sníženou on-line zátěží existuje
 - jde například o celosvětově působící firmy
- výpočet statistik a reportů

Hlavní vlastnosti mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Zpracování velkého množství cenných dat si vyžaduje následující vlastnosti:

- **RAS** = **R**eliability, **A**vailability, **S**erviceability
- Security - bezpečnost
- Scalability - škálovatelnost
- Continuing compatibility - návazná kompatibilita

Ani jednoho není dosaženo jen pomocí kvalitního software a hardware, ale hlavně díky kvalifikovaným lidem spravující mainframe.

Reliability - spolehlivost

- Hardware - používá se vysoce kvalitní a speciálně vyvinutý hardware
 - Procesor - všechny výpočty probíhají zdvojeně a vzájemně se porovnávají
 - Paměť - data jsou v paměti uložena vícekrát
 - Disky - mají několik úrovní kontrolních bitů a kontrolních součtů
- Operační systém
 - mechanismy pro zotavení po chybě při systémových volání
 - software je intenzivně testován a rychle updatován

Availability - dosažitelnost, dostupnost

- vlastnost systému být funkční (dostupný pro uživatele) po většinu času
- nutná schopnost rychle se zotavit z případných chyb (viz. schopnosti hardware)
 - Procesor - pokud procesor selže, lze jeho stav uložit do paměti a úlohu přesunout na jiný procesor
 - Paměť - je rozdělena na segmenty, selhání segmentu ⇒ odstavení
 - Disky - data jsou uložena v několika kopiích (RAID)
- nutný kvalitní personál a podpora dodavatele
 - personál se přizpůsobuje počítači, ne naopak (Windows)

"Mainframy nabízejí dostupnost po 99.999% času svého chodu."

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Serviceability - "spravovatelnost"

- schopnost výměny hardwarových a softwarových komponent za chodu

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Security - bezpečnost

- ochrana proti neoprávněnému přístupu k datům
- subsystémy RACF, ACF - nejsou původní součástí OS pro mainframe
- žádný mainframe doposud nepodlehli neoprávněnému průniku do systému

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Scalability - škálovatelnost

- možnost rozšiřovat systém za chodu - přidávání procesorů, pamětí, disků ...
- možnost úplné kontroly nad přidělování systémových zdrojů jednotlivým "aplikacím"
- On/Off Capacity on Demand - zapínání dalších jader v případě velkého vytížení
- Parallel Sysplex - mainframový cluster

Úvod

Typické úlohy pro mainframe

Hlavní vlastnosti mainframe RAS

Mainframe a datová centra

Mainframe a cloudcomput- ing

Hardware

Operační systémy pro mainframey

V poslední době mainframey vynikají také díky energetickým úsporám.

- dnešní datová centra mají vysokou spotřebu elektrické energie
- jeden mainframe o příkonu 25kW dokáže zastat práci několika tisíc distribuovaných serverů
- lze dosáhnout až 85% úspor na elektrické energii

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframey

- myšlenka cloudcomputingu spočívá v přenesení aplikací z desktopů a serverů na internetové servery.
 - zákazník pak neplatí za aplikaci, ale za její provoz
 - potažmo se tak vlastně účtuje strojový čas
 - zákazník se nemusí starat o instalaci a údržbu aplikací
 - GoogleApps,...
- mainframey jsou velice vhodné pro cloudcomputing
 - jsou stavěny na pronájem strojového času
 - dokáží ho efektivně rozdělit mezi tisíce aplikací

Hardware pro mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy



Figure: IBM zSeries 990

Hardware pro mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Model IBM z10 - 2008



Hardware pro mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

- 64 procesorů / 4.4GHz, $\approx$ 900 instrukcí
- 1.5 TB RAM, 288 GB/s
- 1024 I/O kanálů, každý má vlastní řadič
 - 48 InfiniBand - 6 GB/sec.
- HyperSocket = interní síť s propustností 20 GB/sec
- hardwarová podpora pro šifrování - DES/TDES/AES
- Capacity on Demand
- mikrokód pro CPU, který umožní běh pouze Linuxu, Javy, vstupních a výstupních operací apod.
- podpora až 60 LPAR = logical partitions (instance operačního systému)
- ...

Hardware pro mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Model IBM z196 - 2010



Hardware pro mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe

RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

- 96 procesorů / 5.2GHz, *approx* 1000 instrukcí
- 3 TB RAIM, ??? GB/s
 - RAIM = Redundant Array of Independent Memory
 - obdoba RAID pro paměti

Hardware pro mainframe

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Model IBM z14 - 17.červenec 2017



<https://www.ibm.com/us-en/marketplace/z14>

Úvod

Typické úlohy pro mainframe

Hlavní vlastnosti mainframe RAS

Mainframe a datová centra

Mainframe a cloudcomputing

Hardware

Operační systémy pro mainframy

- až 170 jader z 10 jádrových 14nm čipů na 5.2 GHz
- až 32 TB RAIM
- 6 TB Virtual Flash Memory pro rychlé swapování
 - je přímo propojena s RAIM
- možnost připojit až 256,000 zařízení (disků)
- hardwarová podpora šifrování 18x rychlejší než na x86 a za 5% ceny
- schopnost zpracovat až 1 miliardu šifrovaných transakcí za den
 - $\approx 10,000$ transakcí za vteřinu

Operační systémy pro mainframy

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomputing

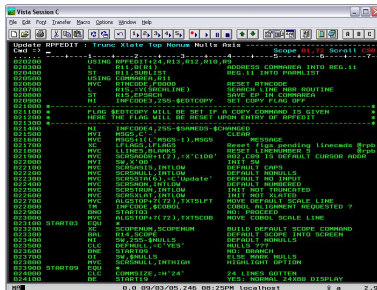
Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

- z/OS
- z/VM - z/Virtual Machine
 - obsahuje tzv. hypervisor, který spouští virtuální stroje - na jednom mainframu může současně běžet několik OS
 - rozdíl oproti LPAR je, že LPAR má absolutní izolaci mezi jednotlivými OS
- VSE - Virtual Storage Extended
 - menší a jednodušší systém než z/OS, vhodný pro zpracování transakcí a dávek
- Linux for zSeries
 - spolu se z/VM lze velmi efektivně klonovat nové linuxové obrazy + sdílení read-only adresářů jako /usr apod.
- z/TPF - z/Transaction Processing Facility
 - navržen speciálně pro zpracování velkého objemu transakcí

Nevýhody mainframe

- jde o nejstarší architekturu se 40-letou historií
- zpětná kompatibilita je velice důležitá
- často někde běží aplikace přeložené před 30 lety
- mnoho věcí na mainframe se programuje v assembleru
- většina aplikací je napsána v assembleru, Cobolu nebo v PL/I
- tyto jazyky málokdo zná
- kód v assembleru je velice nepřehledný



```
Update RPEEDIT : Trunc: Xlate Top Menu Main Nulls Rule
Cwd -> Scope 01,72 Scope11 CWD
-----2-----5-----6-----7-----
0202000 USING RPEEDIT(24,R13,R12,R10,R9
0202000 R13,R11
0204000 ST R15,SUBLIST ADDRESS COMMAND INTO REG.11
0205000 USING COMMAND,R11 REG.11 INTO PARAMLIST
0206000 MVC RTMCODE,PGOOD RESET RTMCODE
0207000 R15,CVARCH(1E) SEARCH LINE NEW ROUTINE
0208000 ST R15,EPSCHN SAVE EP IN COMMAND
0209000 R1 INCODE3,ZSS-SEDCOPY SET COPY FLAG OFF
0210000 * FLAG SEDCOPY WILL BE SET IF A COPY COMMAND IS GIVEN *
0211000 * HERE THE FLAG WILL BE RESET UPON ENTRY OF RPEEDIT *
0212000 *
0213000 *
0214000 RT INCODE4,ZSS-SEDCOPY-CHANGED
0215000 MVC MSGS,C CLEAR
0216000 MVC MSGS1(L'MSGS-1),MSGS MESSAGE
0217000 * FLAG IS FLAG RESET flag pending linecode 5*pb
0218000 MVC SCRNOM+(1,C)'X'C10B' RESET LINENUMBER 5
0219000 * SCRNOM IS DEFAULT CURSOR ADDR
0220000 MVC SW,X'00' INIT SW
0221000 SCRNOM1,INLOW DEFAULT CAPS
0222000 SCRNOM1,INLOW DEFAULT NO INPUT
0223000 SCRNOM,INLOW DEFAULT NUMERIC
0224000 SCRNOM,INLOW INIT NOT TRUNCATED
0225000 ALGSTOP+(1Z),XTS1PT INIT NOT ALIEN
0226000 INCODE,COBOL MOVE DEFAULT SCALE LINE
0227000 STARTS COBOL COBOL ALIGNMENT REQUESTED ?
0228000 * NO. PROCEED
0229000 ALGSTOP+(1Z),XTS5CB MOVE COBOL SCALE LINE
0230000 STARTS COBOL COBOL SCALE LINE
0231000 * SCRNOM1,INLOW
0232000 * R15,SCNOM
0233000 * 24 LINES HOTTEN
0234000 CLC DEFAULT,'C'YES' DEFAULT SCALE INTO SCREEN
0235000 STARTS * HOTTEN * DEFAULT HOTTEN
0236000 * SW,SCNOM1
0237000 * SCRNOM1,INLOW
0238000 STARTS * 24 LINES HOTTEN
0239000 * HOTTEN,'H'24' YES: NORMAL 240KB DISPLAY
0240000 *
0241000 *
0242000 *
0243000 *
0244000 *
0245000 *
0246000 *
0247000 *
0248000 *
0249000 *
0250000 *
0251000 *
0252000 *
0253000 *
0254000 *
0255000 *
0256000 *
0257000 *
0258000 *
0259000 *
0260000 *
0261000 *
0262000 *
0263000 *
0264000 *
0265000 *
0266000 *
0267000 *
0268000 *
0269000 *
0270000 *
0271000 *
0272000 *
0273000 *
0274000 *
0275000 *
0276000 *
0277000 *
0278000 *
0279000 *
0280000 *
0281000 *
0282000 *
0283000 *
0284000 *
0285000 *
0286000 *
0287000 *
0288000 *
0289000 *
0290000 *
0291000 *
0292000 *
0293000 *
0294000 *
0295000 *
0296000 *
0297000 *
0298000 *
0299000 *
0300000 *
```

Proč studovat mainframy?

Úvod

Typické úlohy pro mainframe

Hlavní vlastnosti mainframe

RAS

Mainframe a datová centra

Mainframe a cloudcomputing

Hardware

Operační systémy pro mainframy

- operační systém z/OS je naprosto odlišný od Windows a Unixu, lze tak vidět, jak jde věci dělat jinak
- mainframy jsou stále napřed před ostatním světem IT
 - mainframy zavedly věci jako:
 - virtuální paměť - přibližně v roce 1970
 - vícejádrové procesory - 1980
 - virtualizace - 1980
 - dnes mainframe kraluje například technologií GDPS
 - ta umožňuje v případě výpadku mainframu jeho okamžité nahrazení jiným mainframem, aniž by uživatel něco zaregistroval
 - tyto mainframy od sebe mohou být vzdáleny až 40 km.
- v současné době je veliký nedostatek mladých vývojářů pro mainframe
 - věkový průměr je kolem 50 let (platilo před deseti lety)

Spolupráce FJFI s ostatními

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

- v Praze bylo založeno velké vývojářské centrum firmy CA, které nyní čítá přes 200 vývojářů a plánuje se růst až na 500
 - před rokem zde úspěšně rozjeli projekt Mainframe 2.0, který má modernizovat správu a práci na mainframe
 - byl to velký úspěch zdejších vývojářů, kteří si dokázali poradit s propojením kódu od assembleru až po Javu
- v Brně je vývojové centrum firmy RedHat (200 vývojářů), které se možná také začne zabývat mainframy

Úvod

Typické úlohy
pro mainframe

Hlavní
vlastnosti
mainframe
RAS

Mainframe a
datová centra

Mainframe a
cloudcomput-
ing

Hardware

Operační
systémy pro
mainframy

Zdroje informací:

- **webová stránka předmětu:**
`http://kmlinux.fjfi.cvut.cz/~oberhuber`
- **tzv. IBM Redbooks:**
`http://billlalde.tripod.com/books.htm`