VILNIAUS UNIVERSITETAS

MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS

PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

**Realios ir virtualios mašinos projektas**

Vilnius – 2013

**Turinys**

[Realios mašinos aprašas 3](#_Toc350859174)

[Techninės įrangos komponentai 3](#_Toc350859175)

[Techninės įrangos detalizacija 4](#_Toc350859176)

[Procesorius 4](#_Toc350859177)

[Centrinio procesoriaus registrai 4](#_Toc350859178)

[Pertraukimų registrai 4](#_Toc350859179)

[Išorinių komponentų registrai 4](#_Toc350859180)

[Atmintis 5](#_Toc350859181)

[Išoriniai įrenginiai 6](#_Toc350859182)

[Realios mašinos komandos 6](#_Toc350859183)

[Realios mašinos veikimas 7](#_Toc350859184)

[Virtualios mašinos aprašas 8](#_Toc350859185)

[Virtualios mašinos samprata 8](#_Toc350859186)

[Virtualios mašinos procesoriaus paskirtis 8](#_Toc350859187)

[Virtualiosios mašinos atmintis 8](#_Toc350859188)

[Puslapiavimo mechanizmas 9](#_Toc350859189)

[Virtualios mašinos kūrimo ir veiklos scenarijus: 10](#_Toc350859190)

[Taimerio mechanizmas 10](#_Toc350859191)

[Pertraukimų mechanizmas 10](#_Toc350859192)

[Kanalai 11](#_Toc350859193)

[Virtualios mašinos komandų sistema 11](#_Toc350859194)

[Aritmetinės darbo su sveikaisiais skaičiais komandos 11](#_Toc350859195)

[Darbo su duomenimis komandos 12](#_Toc350859196)

[Įvedimo/išvedimo komandos 12](#_Toc350859197)

[Valdymo perdavimo komandos 12](#_Toc350859198)

[Palyginimo komanda 12](#_Toc350859199)

Realios mašinos aprašas

**Supervizorinė**

**atmintis**

**Centrinis procesorius**

**Vartotojo**

**atmintis**

15536

65535

**1 kanalas**

**2 kanalas**

**3 kanalas**

**Įvedimo įrenginys**

**Išvedimo renginys**

**PTR**

**R**

**IC**

**MODE**

**SF**

**PI**

**TI**

**SI**

**IOI**

**CHST[1]**

**CHST[2]**

**CHST[3]**

**Puslapiavimo mechanizmas**

**Išorinė atmintis**

0

15535

Techninės įrangos komponentai

* Procesorius
* Atmintis
* Išoriniai įrenginiai

Techninės įrangos detalizacija

Procesorius

Procesorius dirba dviem režimais: supervizoriaus arba vartotojo.

Dydžiams nusakyti naudojami šie matai: 1 baitas yra 8 bitai; 1 žodis yra 4 baitai; 1 blokas yra 10 žodžių.

Centrinio procesoriaus registrai

**R – bendro naudojimo registras**.  Bendros paskirties registras. Registro dydis – 4 baitai.

**SF – būsenos registras**. Registras įgyja reikšmę, nusakančią įvykdytos komandos rezultatą. Registro dydis – 1 baitas.

**IC – komandų skaitliuko registras**. Nurodo sekančios komandos arba jos operando žodžio realų arba virtualų adresą atmintyje, priklausomai nuo procesoriaus režimo. Jei komanda nenurodo kitaip, šis registras automatiškai padidinamas vienetu. Registro dydis -  2 baitai. Registras pasiekia 216 atminties žodžių.

**PTR – puslapių lentelės registras**.  PTR reikšmė – einamosios vartotojiškos užduoties puslapių lentelės bazinis adresas ir ilgis. 4 PTR baitai a0 a1 a2 a3 turi sekančias reikšmes: a0 – nenaudojamas, a1 – puslapių lentelės ilgis blokais, a2a3 – atminties blokas, kur yra puslapių lentelė. Registro dydis – 4 baitai.

**MODE registras**. Procesoriaus darbo režimo registras. Registras įgyja reikšmes 1 (supervizoriaus režimas) arba 0 (vartotojo režimas). Registro dydis – 1 bitas.

Pertraukimų registrai

**PI – programinių pertraukimų registras**. Programinis pertraukimas kyla aptikus vartotojo užduoties programoje klaidingą operacijos kodą arba neleistiną virtualų adresą. PI įgyja reikšmę 1, kai pažeista atminties apsauga, 2 – klaidingas operacijos kodas. Dydis - 1 baitas.

**TI – taimerio pertraukimo registras**. Kai taimerio skaitliukas lygus 0, įvyksta pertraukimas. Registro dydis – 1 baitas.

**SI – supervizorinių pertraukimų registras**. Komandos RD, PD, HL iššaukia supervizorinius pertraukimus (kviečia supervizorių). SI gali įgyti tokias reikšmes : 1 – komanda RD, 2 – komanda PD, 3 – komanda HL.  Dydis – 1 baitas.

**IOI – Įvedimo/išvedimo pertraukimų registras.** Įvedimo – išvedimo operacijos pabaigos registras. Įgyja tokias reikšmes: 1 – darbą baigė I kanalas, 2 – darbą baigė II kanalas, 4 – darbą baigė III kanalas.  Jei įvyksta keli tokie pertraukimai, tai reikšmės sudedamos. Registro dydis – 1 baitas.

Išorinių komponentų registrai

**CHST[1] – pirmojo kanalo būsenos registras**. Rodo pirmojo kanalo būseną, kuris jungia duomenų skaitymo įrenginį ir supervizoriaus atmintį. Dydis – 1 bitas.

**CHST[2] – antrojo kanalo būsenos registras**. Rodo antrojo kanalo būseną, kuris jungia duomenų išvedimo įrenginį ir supervizoriaus atmintį. Dydis – 1 bitas.

**CHST[3] – trečiojo kanalo būsenos registras**. Rodo trečiojo kanalo būseną, kuris jungia išorinę atmintinį ir supervizoriaus atmintį. Registro dydis – 1 bitas.

Atmintis

Atmintis skaidoma į supervizorinę, vartotojo atmintį bei išorinę atmintį.

**Supervizorinė atmintis** skirta pačios operacinės sistemos reikmėms. Supervizoriaus atmintyje laikomi sisteminiai procesai, sisteminės programos, puslapių lentelės ir kiti sistemai reikalingi resursai. Supervizoriaus atminčiai išskiriama 15536 žodžiai po 4 baitus. Ties 12770-tu žodžiu atmintis išskiriama saugoti puslapiavimo lentelėmis, kuriu maksimalus užimamas dydis – 2009 žodžiai. Ties 14779-tu žodžiu atmintis išskiriama saugoti VM PTR reikšmes, kuriu maksimali užimama atmintis 500 žodžių. Ties 15279-tu žodžiu atmintis išskiriama pertraukimų lentelei, kurios dydis 256 žodžių.

**Supervizorinė atmintis**

0

15535

Nuo 12770-tojo žodžio puslapiavimo lentelė

Nuo 14779-tojo žodžio

PTR reikšmių lentelės

Nuo 15279-tojo žodžio

pertraukimų lentelė

Bendroji supervizorinė atmintis

**Vartotojo atmintis** procesoriui pasiekiama per puslapiavimo mechanizmą. Ji skirta laikyti virtualių mašinų duomenims. Vartotojo atminties dydis yra 50000 žodžiai po 4 baitus.

**Išorinės atminties** struktūra tokia pati kaip ir vidinės, t.y. yra sudaryta iš žodžių po 4 baitus, kur kiekvienas jų turi po 8 bitus. Maksimalus pasiekiamas dydis – 216.

Išoriniai įrenginiai

**Įvedimo įrenginys**, skirtas informacijos įvedimui (pvz. klaviatūra).

**Išvedimo įrenginys**, skirtas informacijos išvedimui (pvz. monitorius).

**Išorinė atmintis**, skirta informacijos laikymui išorinėje atmintyje (pvz. failas).

Realios mašinos komandos

Komandos užima vieną žodį, jei nėra nurodyta kitaip. Pirmųjų dviejų komandos baitų reikšmės nurodo komandos tipą, atitinkamai pagal ASCII lentelę. Jei komanda neatpažįstama, IC reikšmė padidinama vienetu ir vykdomas sekantis žodis. Šios komandos galimos tik esant MODE = 1. RM taip pat naudoja ir toliau aprašytą VM komandų sistemą.

**IO x y z w** – 2 žodžių įvedimo/išvedimo komanda. Kur x – žodžio vieta iš kurios kopijuosime 2 baituose, y – vieta į kurią kopijuosime 2 baituose, z – žodžių kiekis, w – naudojamo kanalo numeris. Jei komanda duodama užimtam kanalui, tai centrinis procesorius laukia kanalo atsilaisvinimo. Kanalų būsenos nustatomos pagal būsenos registrus CHST[i], i = 1,2,3. CHST[i] = 0 jei kanalas laisvas ir CHST[i] = 1, jei užimtas. Duomenų kryptis nustatoma pagal SF registrą (0 – duomenys nuskaitomi iš atminties, 1 – įrašomi). Jei parametrai 0 0 0 0, tai parametrai imami iš RD/PD komandą naudojusios VM.

**SL x –** komanda priskirianti žodį PTR = [14779 + x], baitus SF = [10 \* 4 \* n – 6], IC = [10 \* 4 \* n – 5],

R = [10 \* 4 \* n – 3], ir MODE = 0. Jeigu x = 0, darbas atiduodamas sekančiai VM. Kur n – PTR registro antrojo baito reikšmė.

**ST x y** – 2 žodžių komanda priskirianti registrui x (1 baitas) žodžio y reikšmę, jei registras gali talpinti tokią reikšmę. Atitinkamas registras nustatomas pagal lentelę:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *reg(x)*reikšmė | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | i = 7, 8, 9 | 10 |
| registras | PTR | IC | SF | PI | TI | SI | IOI | CHST[i] | MODE |

**GT x y** – 2 žodžių komanda nukopijuojanti registro x (1 baitas) reikšmę į žodį ties adresu y (2 baitai). Atitinkamas registras nustatomas pagal lentelę:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *reg(x)*reikšmė | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | i = 7, 8, 9 | 10 |
| registras | PTR | IC | SF | PI | TI | SI | IOI | CHST[i] | MODE |

Realios mašinos veikimas

Pradžia

MODE = 1, IC = 0

TT

Vykdoma komanda adresu IC per PTR

Keičiamas IC atitinkamai pagal vykdytą komandą

TRUE

FALSE

MODE = 1

Vykdoma komanda adresu IC

Keičiamas IC atitinkamai pagal vykdytą komandą

Išsaugomi VM duomenys

MODE = 1,

IC = [15279 + poslinkis]

FALSE

TRUE

Virtualios mašinos aprašas

Virtualios mašinos samprata

Virtuali mašina yra paprastesnis realios mašinos modelis, kurios operacijos yra apdorojamos operacinės sistemos. Virtuali mašina tampa tarsi tarpininku tarp konkrečios mašinos ir jai taikomos programinės įrangos. VM skirtos izoliuoti atskiras programas ir optimaliai joms paskirstyti kompiuterio resursus.

Virtualios mašinos procesoriaus paskirtis

Paskirtis yra vykdyti programą, kuri yra vartotojo atmintyje. Kiekviena VM turi savo virtualų centrinį procesorių. Virtualios mašinos procesoriaus registrai yra R – bendrojo naudojimo registras, IC – komandų skaitiklis, SF – būsenos registras.

Virtualiosios mašinos atmintis

Kiekvienai virtualiai mašinai yra skiriama 10n vartotojo atminties blokų, n – blokais reikalinga atmintis programai, kurią apsibrėžia pats vartotojas. Šios atminties dešimtasis ir devintasis baitai nuo pabaigos yra skirtas steko viršūnės reikšmei saugoti, kuri naudojama procedūrų komandoms. Ši reikšmė – tai steko elementų skaičius, kurie yra saugomi vartotojo atmintyje nuo šių dviejų baitų link vartotojo atminties pradžios. Kiekvienas steko elementas užima 2 baitus. Kiekvienas virtualios atminties blokas turi virtualų ir realų adresą. Virtualiais adresais operuoja virtuali mašina, realiais – reali mašina. Ryšiai tarp virtualaus ir realaus adreso nusakomi puslapių lentelėmis.

.

IOI adresas „to“

**VM**

**Atmintis**

**. .**

**. .**

**. .**

Saugomas VM registras R

Saugomas VM registras IC

Saugomas VM registras SF

Saugomas VM steko elementų skaičius

10n blokų

(100n žodžių)

1

IOI kanalo numeris

IOI adresas „from“

IOI žodžių kiekis

Puslapiavimo mechanizmas

Pagrindinis puslapiavimo mechanizmo elementas – puslapių lentelės, jos saugomos supervizorinėje atmintyje.Jos išlaiko sąryšį tarp realių ir virtualių blokų adresų. Norint sužinoti realų adresą, reikia kreiptis į puslapio lentelę ir nuskaityti reikšmę esančią žodyje su bloko numeriu. Tokiu būdu virtuali mašina gali pasiekti visą jai išskirtą atmintį realioje atmintyje. Realusis adresas nusakomas pagal formulę:

*Realus\_adresas := 10 \* [PTR \* 10 + x1] + x2*

*kur PTR – registro PTR reikšmė 3 ir 4 baito reikšmė, x1 = IC div 10, x2 = IC mod 10*

*[x] – žodžio reikšmė adresu x*

Virtualios mašinos kūrimo ir veiklos scenarijus:

Virtuali mašina reikalauja 10n blokų atminties savo reikmėms, kur n – vartotojo nustatytas dydis programai. VM sukūrimas yra atliekamas pačios operacinės sistemos, vadovaujantis šiuo scenarijumi.

1. surandama laisva vieta vartotojo atmintyje pagal jau esamus PTR, kurie nurodo jau užimtą vietą;
2. išskiriama 10n blokų virtualiai mašinai, sukuriant naują puslapių lentelę, užimančia n blokų supervizorinėje atmintyje;
3. puslapių lentelė (n blokų) užpildoma iš skirtų 10n blokų realiais adresais;
4. 4 baitų registro PTR reikšmei priskiriamas puslapių lentelės bloko realus žodžio adresas ir jos dydis blokais;
5. PTR registro reikšmė išsaugoma supervizorinėje atmintyje;
6. VM baigiama kurti;
7. procesorius tampa prieinamas VM reikmėms, įkėlus šios VM registrų reikšmes iš supervizorinės atminties ir procesorių perjungus į MODE = 0;
8. VM vykdoma paverčiant virtualų adresą IC realiu pagal formulę: *Realus\_adresas := 10 \* [PTR + x1] + x2, kur PTR – registro PTR reikšmė 3 ir 4 baito reikšmė, x1 = IC div 10, x2 = IC mod 10, [x] – žodžio reikšmė adresu x*

Taimerio mechanizmas

VM pradedant darbą su procesoriumi, priskiriama TI = 10, t.y. vykdoma ne daugiau kaip 10 einamosios užduoties taktų. I/O komandos atliekamos per 3 taktus, visos kitos – per 1 taktą. Atlikus komandas, atitinkamai sumažinama ir TI reikšmė pagal taktų kiekį. Juos įvykdžius įvyksta pertraukimas TI = 0.

Pertraukimų mechanizmas

Pertraukimas – tai signalas apie įvykusį įvykį. Kiekvienas pertraukimas turi savo identifikaciją pagal kurią sistema atskiria pertraukimo tipą. Aptikus pertraukimą, tolesnis sistemos valdymas yra perduodamas to pertraukimo nustatytai programai.

Realizuojami trijų tipų pertraukimai – programiniai, supervizoriniai ir taimerio. Programinių pertraukimų registras yra PI, supervizorinių pertraukimų registras – SI, taimerio - TI. Programiniai pertraukimai kyla vykdant virtualią mašiną, bandant įvykdyti kokį nors neleistiną veiksmą arba nuskaičius neleistiną reikšmę. Supervizoriniai pertraukimai kyla virtualiai mašinai norint įvykdyti veiksmą, kuris gali vykti tik supervizoriaus režime.

Pertraukimai gali būti aptikti tik vartotojo režime. Supervizoriniame režime centrinio procesoriaus darbo pertraukti negalima.

Pertraukimai kils šiais būdais:

* Operacijos RD, PD ir HL iššauks supervizorinius pertraukimus. SI = 1 – komanda RD, SI = 2 – komanda PD, SI = 3 – komanda HL. Šių pertraukimų poslinkiai atitinkamai yra 0, 1 ir 2.
* Programiniai pertraukimai: PI = 1 – pažeista atminties apsauga, PI = 2 – klaidingas operacijos kodas. Šių pertraukimų poslinkiai atitinkamai yra 3 ir 4.
* Esant TI = 0 bus fiksuojamas taimerio pertraukimas. Šio pertraukimo poslinkis yra lygus 5.
* Po komandos IT, kurios parametras x yra traktuojamas kaip poslinkis. T.y. poslinkis = x. Jei x > 28 - 1, tai poslinkis = 3 (pažeista atminties apsauga);

Esant situacijai SI = 0 ir PI = 0 ir TI <> 0, pertraukimų sistema neaptiks.

Aptikus pertraukimą VM mašinos registrų SF, IC, R reikšmės yra paeiliui išsaugomos virtualios mašinos atmintyje, paskutiniuose 18-oje baituose, kartu su IOI informaciją. Pertraukimas apdorojamas procesoriui persijungiant į MODE = 1, o IC priskiriant reikšmę esančią ties 15279 atminties žodžiu + poslinkis.

Kanalai

Norint prie kompiuterio prijungti išorinius įrenginius, tam reikalingi kanalai. Kanalai naudojami keitimuisi duomenimis tarp sistemos ir išorinio įrenginio. Šiuo atveju turime 3 kanalus. Pirmasis kanalas sistemą jungia su įvedimo įrenginiu, antrasis kanalas - su išvedimo įrenginiu, o trečiasis - su išorine atmintimi. Įvesties/išvesties instrukcijai atlikti, siunčiama komanda, specifikuojanti tam tikrą kanalą, darbinės informacijos vietą bei kiekį. Vykdant šias komandas, procesoriuje esantys registrai įgyja reikšmę 1 (*TRUE*), atitinkamai pagal užimto kanalo numerį. Operacijos vykdymo metu įvesties/išvesties modulis daugiau nesiunčia centriniam procesoriui jokių įspėjimo pranešimų ir centrinio procesoriaus nėra darbas pertraukiamas. Taigi centrinis procesorius periodiškai tikrina kanalų būklę, kol būklės registre bus aptikta informacija, kad operacija įvykdyta.

Virtualios mašinos komandų sistema

Šios sistemos komandos galimos kai MODE = 0 arba MODE = 1. Ši komandų sistema taip pat yra ir dalis RM komandų sistemos (išskyrus PER, RE, IT ir HL). Jei komanda tiesiogiai nekeičia IC reikšmės, tai IC reikšmė yra padidinama 1-tu. Esant MODE = 0, visos komandos yra operuojamos naudojant puslapiavimo mechanizmą.

[a] – reikšmė adresu a.

x – 2 baitų reikšmė.

n – PTR registro antrojo baito reikšmė.

s – [10 \* 4 \* n – 18] – 2 baitų dydžio reikšmė vartotojo atmintyje išskirtame procedūrų steke.

Įvedimo ir išvedimo komandos yra dviejų žodžių

Aritmetinės darbo su sveikaisiais skaičiais komandos

AD x – 2 sveikų skaičių, užimančių žodį atmintyje, sudėties komanda (R := R + [a], kur [a] = x).

SB x – 2 sveikų skaičių, užimančių žodį atmintyje, atimties komanda (R := R – [a], kur [a] = x).

ML x – 2 sveikų skaičių, užimančių žodį atmintyje, sandaugos komanda (R := R \* [a], kur [a] = x).

DD x – 2 sveikų skaičių, užimančių žodį atmintyje, dalybos komanda (R := R div [a] , kur [a] = x).

DM x – 2 sveikų skaičių, užimančių žodį atmintyje, dalybos komanda (R := R mod [a] , kur [a] = x).

Darbo su duomenimis komandos

LR x – žodžio, kurio adresas x, turinio kopijavimas į registrą R.

SR x – registro R reikšmės įrašymas į atmintį su adresu x.

Įvedimo/išvedimo komandos

RD x y z w – z žodžių kiekio iš w kanalo x žodžio rašymas į atmintį ties adresu y. [s + 10] = x,

[s + 12] = y, [s + 16] = z, [s + 17] = w

Iššaukiamas pertraukimas SI = 1.

PD x y z w – z žodžių kiekio iš w kanalo x žodžio rašymas į atmintį ties adresu y. [s + 10] = x,

[s + 12] = y, [s + 16] = z, [s + 17] = w

Iššaukiamas pertraukimas SI = 2.

Valdymo perdavimo komandos

JM x – nesąlyginio valdymo perdavimo komanda. Valdymas perduodamas nurodytu adresu x. IC = x.

JE x – sąlyginio valdymo perdavimo komanda. Jei registro SF reikšmė lygi 1, tai IC = x.

JL x – sąlyginio valdymo perdavimo komanda. Jei registro SF reikšmė lygi 2, tai IC = x.

JG x – sąlyginio valdymo perdavimo komanda. Jei registro SF reikšmė lygi 3, tai IC = x.

PR x – nesąlyginio valdymo perdavimo komanda. Valdymas perduodamas nurodytu adresu x, prieš tai išsaugant IC reikšmę 2-juose baituose vartotojo atmintyje išskirtam procedūrų steke pagal adresą [s - 2 \* [s]], tuomet [s] reikšmę padidinant vienetu ir priskiriant IC = x.

RE – nesąlyginio valdymo perdavimo komanda. IC priskiriama 2 baitų reikšmė iš procedūrų steko viršaus adresu [s - 2 \* [s]], reikšmę adresu [s] sumažinant vienetu.

HL – vartotojo programos vykdymo pabaiga. Iššaukiamas pertraukimas SI = 3.

IT x – Iššaukiamas pertraukimas su parametru x.

TT – komanda, esant būsenai (PI <> 0 arba SI <> 0 arba IOI <> 0 arba TI = 0), paeiliui išsaugo registrų SF, IC, R reikšmes nuo adreso s + 1 VM atmintyje, pakeičiant į MODE = 1, o IC pagal įvykusį pertraukimą.

Palyginimo komanda

CM x – palygina registro R reikšmę su x žodžio reikšme atmintyje. Jei reikšmės lygios, tai SF = 1, jei R esanti reikšmė yra didesnė, tai SF = 2, jei mažesnė, tai SF = 3.