

ЛЕКЦИЯ № 11. Тұйық мәселелер және олармен күресу әдістері

Бірнеше процестердің параллельді орындалуын ұйымдастырған кезде ОЖ-нің негізгі функцияларының бірі орындалатын процестер арасында ресурстарды дұрыс бөлудің күрделі мәселесін шешу және соңғысын өзара синхрондау және деректермен алмасу құралдарымен қамтамасыз ету болып табылады.

Процестерді қатар орындау кезінде екі немесе одан да көп процестер үнемі бұғатталған күйде болатын жағдайлар туындауы мүмкін. Ең қарапайымы-екі процестің әрқайсысы басқа процесс алатын ресурсты күтетін жағдай. Осындай күтуге байланысты процестердің ешқайсысы орындауды жалғастыра алмайды және сайып келгенде, басқа процеске қажетті ресурсты босата алмайды. Бұл тығырық дедлок, тұйық немесе клинч деп аталады. Тұйықтар көбінесе есептеу жүйесінің ресурстары үшін байланысты емес параллель процестердің бәсекелестігінен туындайды, бірақ кейде бағдарламалау қателері де тұйықтарға әкеледі.

Тұйықтар мәселесін қарастырған кезде жүйенің ресурстары ұғымын жалпылап, олардың барлығын екі сыныпқа бөлген жөн-қайта пайдаланылатын (немесе жүйелік) ресурстар – RR немесе SR – reusable немесе systemresource типі) және тұтынылатын (жұмсалатын) ресурстар (CR – consumablresource типі).

Қайта пайдаланылатын ресурс (SR) келесі қасиеттері бар бірдей бірліктердің соңғы жиынтығы бар:

- ресурс бірліктерінің саны тұрақты;
- әрбір ресурс бірлігі қол жетімді немесе бір және тек бір процеске бөлінеді (бөлу жоқ немесе ескерілмейді, өйткені ол ресурстарды бөлуге әсер етпейді, демек, тығырыққа тіреледі);
- процесс ресурс бірлігін босата алады (оны қол жетімді етеді), егер ол осы бірлікті ертерек алған болса, яғни ешқандай процесс ешқандай ресурсқа әсер ете алмайды, егер ол оған тиесілі болмаса.

Бұл анықтама аппаратураның компоненттерін негізгі жад, қосалқы (сыртқы) жад, перифериялық құрылғылар және мүмкін процессорлар, сондай-ақ деректер файлдары, кестелер және "сыни жағдайға кіру" рұқсаты сияқты бағдарламалық және ақпараттық қамтамасыз ету ретінде қарастыратын қарапайым жүйелік ресурстардың тұйық мәселесін зерттеу үшін маңызды қасиеттерін анықтайды.

Тұтынылатын ресурс (CR) бірнеше маңызды жолдармен SR типіндегі ресурстан ерекшеленеді:

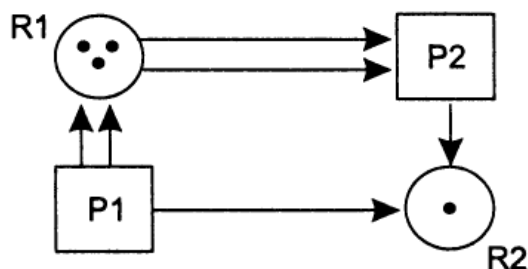
- кейбір CR типті ресурстардың қол жетімді бірліктерінің саны олардың жеке элементтерін орындалатын процестер арқылы сатып алу (жұмсау) және босату (шығару) кезінде өзгереді және мұндай ресурс бірліктерінің саны ықтимал шектеусіз; процесс "өндіруші өзі жасаған" бірліктердің біреуін немесе бірнешеуін босату арқылы ресурс бірліктерінің санын көбейтеді.
- процесс тұтынушы алдымен бір немесе одан да көп бірлікті сұрау, содан кейін сатып алу (тұтыну) арқылы ресурс бірліктерінің санын азайтады. Сатып алынған ресурстардың бірліктері, жалпы жағдайда, ресурсқа қайтарылмайды, бірақ тұтынылады (жұмсалады). Тұтынылатын ресурстардың бұл қасиеттері көптеген және синхронды сигналдарға, хабарларға және аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етуден туындайтын деректерге тән және тұйықтарды зерттеу кезінде CR типті ресурстар ретінде қарастырылуы мүмкін. Оларға мыналар кіреді: таймер мен енгізу/шығару құрылғысының үзілістері; процестерді синхрондау сигналдары; әр түрлі қызмет түрлеріне немесе мәліметтерге сұраныстар, сондай-ақ тиісті жауаптар бар хабарламалар.

Параллель процестерді және, атап айтқанда, тұйық проблемаларды зерттеу үшін бірнеше модельдер жасалды. Солардың бірі-Холттың қайта пайдаланылатын ресурстарының моделі. Бұл модельге сәйкес жүйе процестер жиынтығы (жиынтығы) және процестер жиынтығы (жиынтығы) және ресурстар жиынтығы ретінде ұсынылады, ресурстардың әрқайсысы белгіленген бірліктер санынан тұрады. Кез келген процесс ресурс бірлігін сұрау, алу немесе босату арқылы жүйенің күйін өзгерте алады.

Графикалық түрде процестер мен ресурстар сәйкесінше квадраттар мен шеңберлермен ұсынылады. Әр шеңберде осы ресурстың бар бірліктерінің санына сәйкес бірнеше маркерлер (чиптер) бар. "Процестен ""ресурсқа" бағытталған доға сол ресурстың бір бірлігін сұрауды білдіреді. "Ресурстан ""процеске" бағытталған доға ресурсты процеске бөлуді білдіреді. SR типіндегі кез-келген ресурстың

әр бірлігі бір уақытта бірнеше процеске бөлінуі мүмкін болғандықтан, ресурстан әр түрлі процестерге шығатын доғалар саны сол ресурстың жалпы бірліктерінен аспауы керек. Мұндай модель қайта пайдаланылатын ресурстардың графигі деп аталады.

SR типті ресурстары бар екі процестің мысал жүйесінің күйлерінің бірі 11.1-суретте көрсетілген.

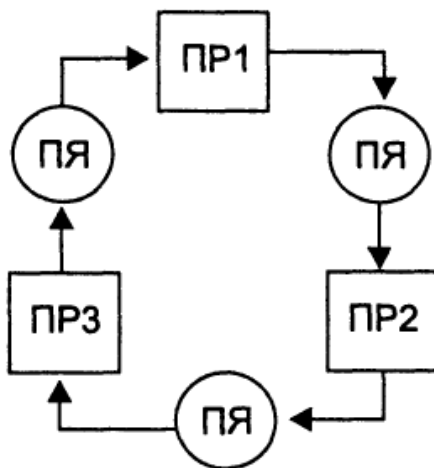


Сурет 11.1. Екі процесс жүйесі үшін Холт моделінің мысалы

P1 процесі екі R1 ресурс бірлігін және бір R2 ресурс бірлігін сұрасын. P2 процесі R1 ресурсының екі бірлігіне жатады және оған бір R2 бірлігі қажет. P1 процесі қазір сұралған R2 бірлігін алады делік. Егер процесс кем дегенде біреуін босатпас бұрын ол сұраған барлық ресурстарды алуы керек ереже қабылданса, онда P1 сұрауын қанағаттандыру тығырыққа тіреледі: P1 P2 R1 ресурс бірлігін, R1 ресурс бірлігін босатқанға дейін және p2 процесі R1 ресурс бірлігін босатқанға дейін жалғаса алмайды. P1 R2 бірлігін босатқанға дейін. Бұл дедлоктың себебі процестердің тиісті ресурс бірлігін бөлумен байланысты маңызды аралыққа ену әрекеттері болып табылады. Тұйықтардың негізгі себептерін түсіну үшін бірнеше қарапайым сипаттамалық мысалдарды қарастырыңыз.

CR типті ресурстардағы тығырықтың мысалы

ПР1, ПР2 және ПР3 үш процесі болсын, олар сәйкесінше М1, М2 және М3 хабарламаларын шығарады. Бұл хабарламалар CR типті ресурстар болып табылады. ПР1 процесі М3 хабарламасының "тұтынушысы" болып табылады, ПР2 процесі М1 хабарламасын алады, ПР3 – ПР2 процесінен М2 хабарламасы, яғни процестердің әрқайсысы бір уақытта "жеткізуші" және "тұтынушы" болып табылады және олар бірге "сақина жүйесін" құрайды (11.2-сурет) пошта жәшіктері арқылы хабарламаларды жіберу (ПЖ). Егер әр процестің осы хабарламалары арқылы байланыс 11.1 листингінде көрсетілген тәртіппен орнатылса, онда ешқандай қиындықтар болмайды. Алайда, осы екі процедураны әр процесте қайта құру (листинг 11.2) тығырыққа тіреледі:



Сурет 11.1. Процестердің өзара әрекеттесуінің сақиналық схемасы

Листинг 11.1. Тығырықсыз опция

```

ПР1:  ...
      ПОСЛАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР2. М1. ПЯ2);
      ЖДАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР3. М3. ПЯ1);
      ...

ПР2:  ...
      ПОСЛАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР3. М2. ПЯ3);
  
```

ЖДАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР1. М1. ПЯ2);

...

ПР3: ...

ПОСЛАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР1. М3. ПЯ1);

ЖДАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР2. М2. ПЯ3);

...

Листинг 11.2. Тығырыққа тірелген нұсқа

ПР1: ...

ЖДАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР3. М3. ПЯ1);

ПОСЛАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР2. М1. ПЯ2);

...

ПР2: ...

ЖДАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР1. М1. ПЯ2);

ПОСЛАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР3. М2. ПЯ3);

...

ПР3: ...

ЖДАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР2. М2. ПЯ3);

ПОСЛАТЬ СООБЩЕНИЕ (ПР1. М3. ПЯ1);

...

Шынында да, екінші нұсқада процестердің ешқайсысы оны алғанға дейін хабарлама жібере алмайды және бұл оқиға ешқашан болмайды, өйткені ешқандай процесс мұны істей алмайды.

Негізгі әдебиеттер: [1,2,3].

Қосымша әдебиеттер: [8,11].

Бақылау сұрақтары:

1. Бірнеше процестердің параллельді орындалуын ұйымдастыруда ОЖ-нің негізгі функциясы қандай?
2. Неліктен тұйық жағдай дедлок деп аталады?
3. Қайта пайдаланылатын ресурстар дегеніміз не?
4. Қандай жағдайларда жұмсалатын ресурстар пайдаланылады?
5. Холт пайдаланатын ресурстардың мәні неде?