

1-дәріс. Негізгі ұғымдар. Параллель есептеу жүйелерінің классификациясы.

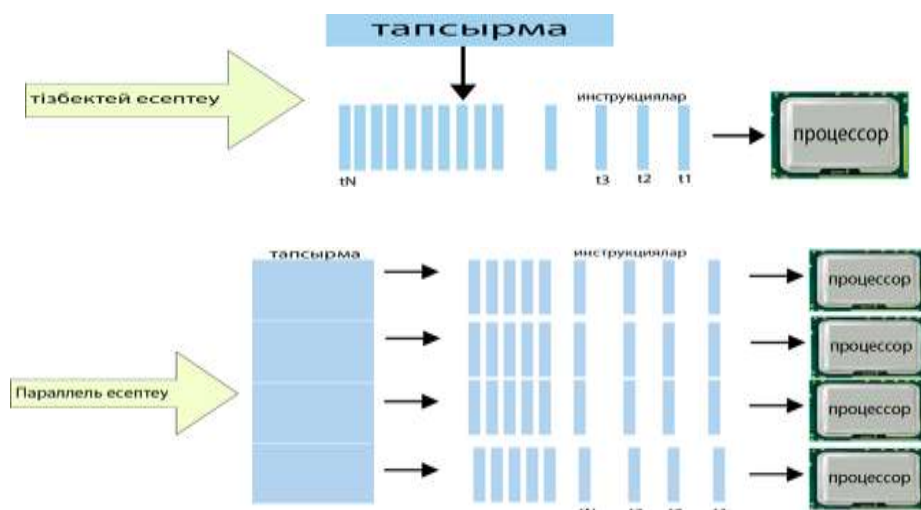
Сабақ мақсаты: білім алушыларға параллель жүйе деректерін өңдеу классификациясының негіздері туралы түсіндіру

Жоспар:

1. Жоғары өнімді есептеулер негіздері
2. Жоғары оқу орындарындағы суперкомпьютерлерінің өнімділігі
3. Параллель есептеу жүйелерінің классификациясы

Жоғары өнімді есептеулер негіздері

Жоғары өнімді есептеу (ЖӨЕ) — бұл үлкен көлемді есептерді (ғылыми, инженерлік, қаржылық және т.б.) қысқа уақытта орындауға арналған есептеу жүйелері мен әдістердің жиынтығы. Мұндай жүйелердің басты мақсаты — есептеу өнімділігін арттыру, уақытты үнемдеу, және ресурстарды тиімді пайдалану.



№	Университет атаулары	Қолданылатын орталар/кітапханалар	Қолданылатын суперкомпьютерлер	Бағдарламалау тілдері
1	Массачусетс Технологялық Институты	— OpenMP — MPI — Matlab — MapReduce	Lincoln Laboratory Supercomputing Center (LLSC) 6 петафлопс	— Python — Julia
2	Стэнфорд Университеті	— Open HPC — Intel Parallel Studio Environment Modules — OpenMP — MPI	Marlowe(GPU негізіндегі суперкомпьютер) 11.1 петафлопс	— Bash — Python
3	Гарвард Университеті	— CUDA — OpenMP — UMA/NUMA memory architectures — MPI	Cannon 3.5 петафлопс	— C/C++ — Fortran

4	Калифорния Университеті	— OpenMP — MPI — UPC and UPC++ — CUDA/OpenCL	Сан-Диегский суперкомпьютерный центр (SDSC) <i>5 петафлопс</i>	— C++
5	Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті	— OpenMP — MPI	Farabi Supercomputer center <i>2 петафлопс</i>	— C++
6	Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті	— OpenMP — MPI — Matlab	Param Bilim 2 <i>1 петафлопс</i>	— C++

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің суперкомпьютерінің сипаттамасы.



М.Флиннің ұсынуында параллель есептеулер архитектурасының таксономиясы негізгі төрт классификациядан тұрады: SIMD (Single Instruction, Single Data), SISD (Single Instruction Multiple Data), MIMD (Multiple Instruction Multiple Data), MISD (Multiple Instruction Multiple Data) құрылымдарына бөледі.

SISD (Single Instruction, Single Data) басқару типі бойынша құрылған жүйе

SISD (Single Instruction, Single Data) немесе OKOD (Single Command Flow, Single Data Stream) - бұйрықтардың дара ағымы және деректердің дара ағымы бар есептеу жүйесі (3-сурет). SISD компьютерлері қарапайым, «дәстүрлі» компьютерлер, олар бір уақытта бір деректер элементінде бір ғана амал орындай алады. Мұндай компьютерлер типіне барлық бір процессорлы(көп ядролы емес) компьютерлерді жатқызуға болады. Қазіргі таңда осы топқа жататын компьютерлердің саны азайды.

SISD тобындағы компьютерлерде тек бұйрықтардың бір ағымы болады, барлық бұйрықтар тізбектей бірінен кейін бірі өңделеді және әрбір бұйрық бір скалярлы амалды көрсетеді. Бұл жерде бұйрықтарды орындау жылдамдығы мен арифметикалық амалдарды орындау жылдамдығын арттыру үшін конвейерлік өңдеу әдісі қолданылады.



Сурет 2 – SISD бұйрықтардың да, деректердің де дара ағымдары бар есептеу жүйесі

Бұл топқа жататын компьютерлерге мысал келтірсек, скалярлы функционалды құрылғылы CDC 6600 және конвейерлі CDC 7600 есептеуіш машиналары, PDP-11 немесе VAX 11/780 компьютерлері. Кейде векторлық компьютерлердің кейбір типтері де осы топқа жатады.

SIMD (Single Instruction Multiple Data) басқару типі бойынша құрылған жүйе

SIMD (Single Instruction Multiple Data) – бұйрықтардың дара ағымы және деректердің көп ағымы бар есептеу жүйесі. Бұл басқару типінде басқа барлық процессорларға инструкцияларды жеткізіп отыратын тек қана бір басқарушы торап болады. Мұнда әрбір процессордың өзінде жұмыс істеуге арналған жеке деректер жиынтығы бар. Мысалы, матрица берілсе, берілген матрицаны басқарушы торап бөліктерге бөліп, басқа процессорлерге таратады. Әр процессорлерде өз деректері болады. SIMD басқару типінде басқа барлық процессорларға бұйрықтарды жеткізіп отыратын басқарушы модульден (бақылаушы) және деректерді өңдейтін бірнеше модульдерден (немесе процессорлық элементтерден) тұрады (3-сурет). Мұндай архитектураға матрицалық компьютерлерді жатқызуға болады.



Сурет 3 – SIMD бұйрықтардың дара ағымы және деректердің көп ағымы бар есептеу жүйесі

Басқару құрылғысы бұйрықтарды қабылдайды, талдайды және орындайды. Бұйрықты басқару құрылғысы басқа процессорлерге (немесе процессорлық элементтерге) бұйрықтарды таратады, осы бұйрық бірнеше немесе барлық процессорлық элементтерге бөлініп орындалады. Әрбір процессорлық элементте деректерді сақтайтын жеке өзінің жадысы болады. Мұнда жұмыс істеу үшін әрбір процессордың жеке өзінде деректер жиынтығы болады. SIMD басқару типінде негізінен, есептеуде біршама күшті талап ететін тапсырмаларда қолданылады. Атап айтатын болсақ, медиа деректерімен жұмыс, ғылыми зерттеулерді үлгілеу жұмысы, үлкен деректерді өңдеу және т.б.

Мұндай архитектураның ерекшелігі – есептеу логикасының тиімді жүзеге асырылатындығы. SIMD есептеу жүйесінде бұйрықтарды басқару құрылғысы орындайды да, ал арифметикалық амалдар процессорлық

элементтердің еншісіне беріледі. Векторлық процессорлар де SIMD басқару типін қолданады да, бір бұйрық көмегімен өлшемі бірнеше мыңға жететін векторлар өңделеді.

1990 жылдан бастап SIMD басқару типтік процессорлар қолданыла бастады.

Мысалы, мына архитектуралы процессорлар SIMD басқару типін қолданады:

- IBM PowerPC: AltiVec, SPE;
- DEC Alpha;
- Intel: MMX, iMMX, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4.x, AVX, AVX2;
- HP's PA-RISC Multimedia Acceleration eXtensions (MAX);
- AMD: 3Dnow;
- Cell Processor: SPU;
- ARC: ARC Video subsystem;
- ARM: NEON;

Intel компаниясының Advanced Vector Extensions кеңейтілімі SIMD-бұйрықтардың тобын ұсынады, онда жылжымалы үтірлі деректерді өңдеуде ұзындығы 236-битті формат қолданылады. Intel MIC сопроцессорлерінде 512-битті бұйрықтар тобы қолданылады.

Қазіргі таңда SIMD басқару типінің өкілдеріне векторлы архитектуралы компьютерлер жатады.

MISD (Multiple Instruction Multiple Data) басқару типі бойынша құрылған жүйе

MISD (Multiple Instruction Single Data) – бұйрықтардың көп ағымы және деректердің дара ағымы бар есептеу жүйесі. Бірнеше функционалдық модульдері (екі немесе одан да көп) бір берілгендермен түрлі амалдарды орындай алады. Бұл басқару типіне теориялық түрде қызығушылық қарастырылғанымен практикалық түрде қолданылған ешқандай жүйе құрастырылмады (сурет 4).

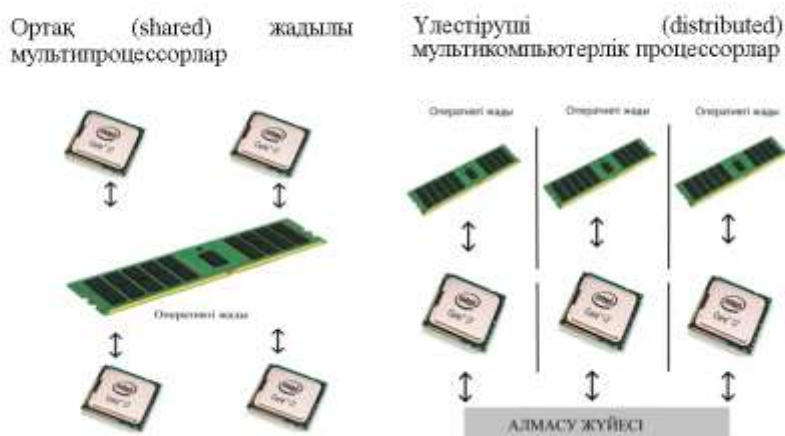


Сурет 4 - MISD бұйрықтардың көп ағымы және деректердің дара ағымы бар есептеу жүйесі

Бұйрықтардың көп ағымы және деректердің дара ағымы бар көпроцессорлы өңдеу негізінен артықшылықтың шамадан тыс мүмкіндігін ұсынады. Себебі, мультибағдарламалау модульдері егер бір модуль істен шыкса, бұрыс нәтижелердің мүмкіншіліктерін азайта отырып, жеке есептерді жеке деректермен орындайды. MISD архитектурасы сәтсіздіктерді анықтау мақсатында есептің нәтижелерін салыстыруға мүмкіндік береді. Артықшылығы - ақауларға төзімді. Ол өнімділікті арттыруға себін тигізеді. Алайда, бұл жүйе өте қымбат болғандықтан және көпшілік шешімін таппағаннан кейін, практикалық тұрғыда шынайы қолданысқа енгізілмеді.

MIMD (Multiple Instruction Multiple Data) басқару типі бойынша құрылған жүйе

Multiple Instruction Multiple Data классификациясы



MIMD (Multiple Instruction Multiple Data) - бұйрықтардың көп ағымы және деректердің көп ағымы бар есептеу жүйесі (сурет 5).

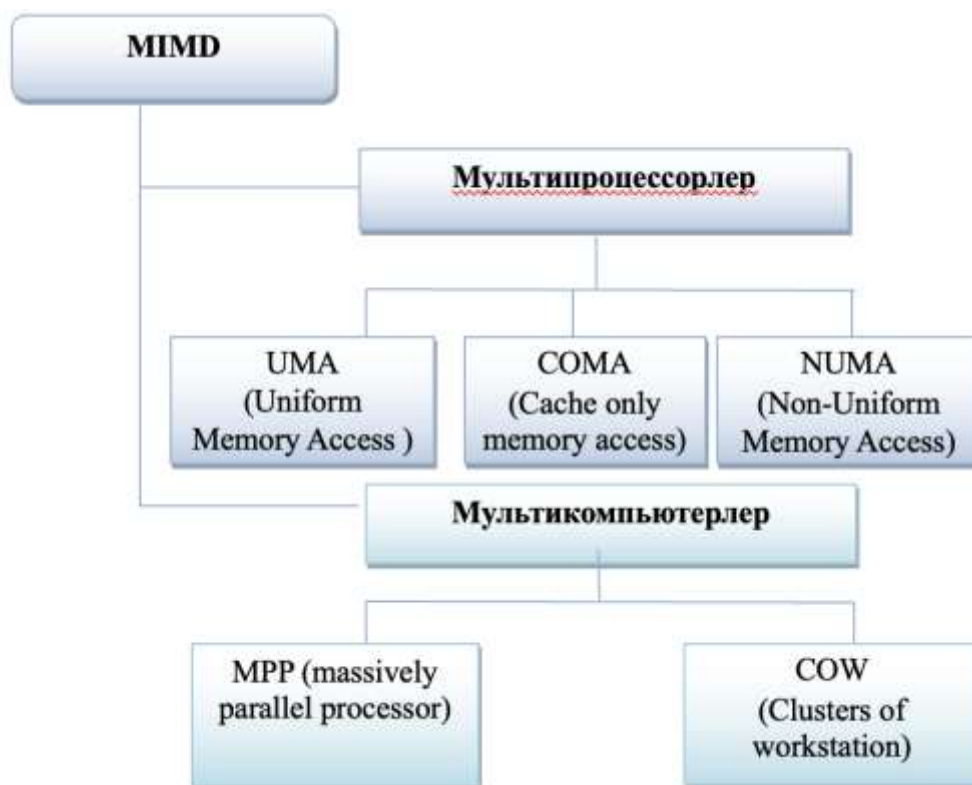
MIMD – басқару типі бойынша құрылған жүйеде әр процессор басқарушы процессор бола алады, сондықтан процессорлардың әрқайсысы әр түрлі нұсқауларды да орындай алады. MIMD есептеу жүйесі бірнеше бағдарламаны бір уақытта түрлендіре алатын компьютерлік жүйе және көп ағымды деректерді өндейтін көппроцессорлы жүйелерден тұрады.

MIMD – есептеу жүйесі жадының физикалық түрде ұйымдастырылуына да байланысты болады:

- процессордің өзінің жеке дара жадысы болатын жағдай және коммутациялық желіні пайдаланып, жадының басқа блоктарына көңіл аударатынды;
- коммутациялық желі арқылы барлық процессорларды қолжетімді жадыға қоса алады.



Сурет 5- MIMD бұйрықтардың көп ағымы және деректердің көп ағымы бар есептеу жүйесі



Сурет 6 - MIMD (Multiple Instruction Multiple Data) жүйесінің құрылымы

MPP (Massively Parallel Processing) – жаппай параллель есептеудегі көппроцессорлы жүйенің архитектурасы, мұнда әр процессордың жеке оперативті жадысы, операциялық жүйенің көшірмесі, қосымшалары болады және деректерді басқа процессорлардан тәуелсіз өңдейді. Мұндай жүйелерде оң мыңдаған процессорлар болуы мүмкін. COW(Clusters of workstation)- жұмыс станцияларының кластері. Мұндай жүйелерде ондаған процессорлар болуы мүмкін. Бұл топқа бір желіде бірнеше компьютерлерді біріктіріп баптаған кластерді жатқызуға болады.

UMA (Uniform Memory Access) - жадыға бірыңғай қатынайтын мультипроцессорлер.

COMA (Cache only memory access) - тек кеш жадыға қатынайтын мультипроцессорлер.

NUMA(Non-Uniform Memory Access) - жадыға бірыңғай емес қатынайтын мультипроцессорлер.

MIMD жүйесіне Intel Xeon Phi процессорлері жатады. Процессор әртүрлі деректерді өңдеуде әртүрлі бұйрықтар орындайтын бірнеше ядролардан тұрады. Параллель компьютерлердің көбісі осы архитектураға жатады [5].

Кластер – бір желіде байланысқан есептеу тораптарының жиынтығы.

Сонымен MIMD-компьютерлердің классификациясы жадының ұйымдастырылуына қарай параллель архитектураның келесі типтеріне бөлінеді:

- жадының түріне қарай – ортақ (shared);
- үлестіруші (distributed).

Тапсырмалар

1. Флин таксономиясының белгілері бойынша жоғары өнімді компьютерлерді интернеттен тауып жазыңыз.
2. Флин таксономиясына жататын есептеу жүйелерінің типтеріне мысал келтіріңіз.

Бақылау сұрақтары

1. SIMD басқару типі бойынша құрылған жүйе қалай жұмыс жасайды?
2. Бұйрықтардың көп ағымы және деректердің көп ағымы бар есептеу жүйесі туралы айтыңыз?
3. Мультикомпьютерлер құрылымын атаңыз?
4. Мультипроцессорлар құрылымын атаңыз?
5. SIMD және MIMD айырмашылықтары қандай?