

Компютърни системи и процеси като обект на моделиране

1. Компютърното моделиране на компютърни системи и процеси

Компютърното моделиране намира приложение при:

- ✓ автоматизирано проектиране на компютърни системи (КС), компютърни компоненти (КК), компютърни мрежи (КМ) и операционни системи (ОС);
- ✓ изследване на производителността на КС и натоварването на ресурсите ѝ;
- ✓ изследване и оптимизация на трафика на КМ;
- ✓ изследване на работното натоварване и профила на процесите в КС и КМ;
- ✓ избор на стратегии за управление на процеси и ресурси в ОС и др.

Компютърното моделиране при автоматизирано проектиране на КС и КК

Проектирането на компютърните системи и техните компоненти преминава през няколко етапа: формализация на техническото задание за проектиране, функционално, конструктивно и технологично проектиране. Формализацията на реалното техническо задание за проектиране определя най-целесъобразни входни данни за проектирания обект (КС,КК), както и избор на основните фактори, които определят неговата надеждност, ефективност и качество. Основното изискване към техническото задание е да отчита съображенията, наложени от научното прогнозиране. Това е необходимо, тъй като всяко проектиране дори и оптималното, трябва да се разглежда като момент от развиващ се процес.

Функционалното проектиране е първият реален етап на процеса проектиране. В резултат от техническата дейност на инженера-проектант при него се получава функционалния проект, който се характеризира със следното:

- отговаря на възникналата необходимост;
- отчита предполагаемата експлоатационна потребност;
- съобразен е с особеностите на съществуващото техническо ниво на производството, в което ще бъде реализиран.

Основните задачи, решавани при функционално проектиране, могат да се формулират най-общо в следния ред:

- ✓ Определяне на функционалната структура на КС и/или КК.
- ✓ Определяне на параметрите на КС и/или КК според изискванията на техническото задание.
- ✓ Определяне на стойностите на изходните параметри при известни стойности на входните и вътрешните параметри.
- ✓ Изследване и оценяване на изходните параметри при промяна на стойностите на входните и вътрешните параметри.

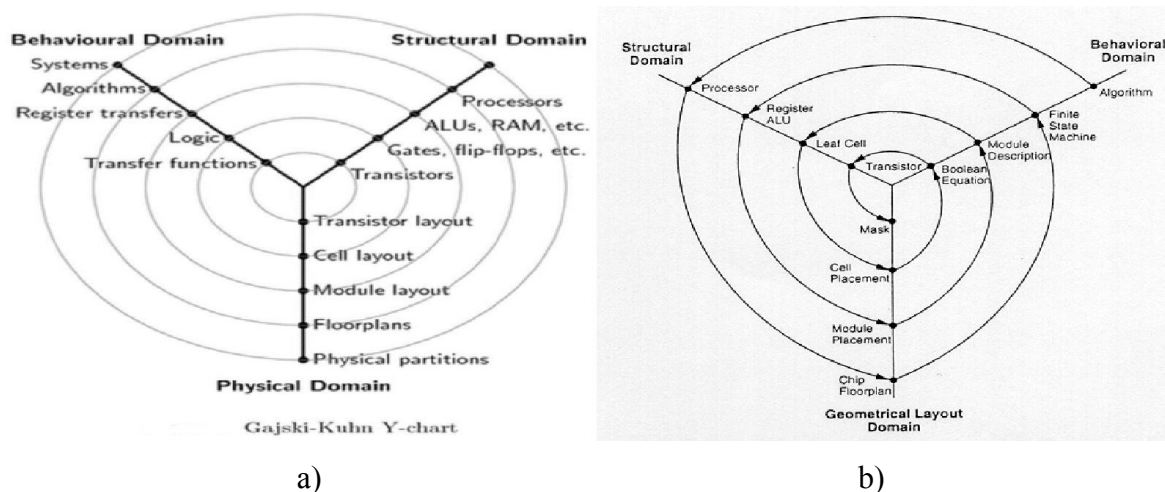
Основната цел на етапа на конструктивно проектиране (КП) е да се създаде конструктивна документация, необходима за физическата реализация на проектираното устройство или система. КП обхваща дейностите, свързани с пространственото разположение, формата и размерите на елементите, устройства или системите.

Технологичното проектиране включва дейностите по определяне на оборудването и последователността на операциите в процеса на производството на проектираните обекти.

Проектирането на КС и/или КК има итерационен характер, тъй като търсенето на крайно решение зависи от решението задачите на отделните етапи. Реализира се чрез многократно изпълнение на определена последователност от действия за преобразуване на входните данни. Итерациите могат да обхващат различните нива и етапи от процеса на проектиране. Видът и последователността на тяхното изпълнение се определя от същността на проектирания обект.

Основен подход при автоматизираното проектиране е системния подход. Той разглежда всеки обект за проектиране като система, която може да се раздели на краен брой свързани подсистеми. Всяка от тези подсистеми може да се разглежда като съставена от свързани подсистеми от по – нисък ред и т.н.. Системният подход позволява обектите да се представят като йерархични структури с краен брой нива. Всяко ниво се образува от под-системи (модули). Всеки модул има точно определени характеристики, свързани със свойствата на обекта или системата като цяло.

На всеки етап от процеса на проектиране се налага да се разработват компютърни модели, които абстрактно представят обектите на проектиране. Самият процес на проектиране на голяма част от КК (памети, процесори и др.) може да се реализира на различни нива на детайлизация (обстракция). Най-често тези нива са: системно, функционално, логическо и схемно. На всяко от тези нива могат да се изградят поведенчески (behavioral), структурни (structural) и физически (physical) модели (описания). Връзката между нивата на абстракция и видовете модели (описания) най-добре е представена чрез Y диаграмата на Гайски на фиг.1, а.



Фиг. 1. Диаграма на Гайски

Поведенческото описание отразява функционалните характеристики и поведение на проектираните обекти. То разглежда обектите като "черни кутии" и определя какви действия извършват, независимо от изграждащите ги модули (тяхната структура).

Структурното описание се разглежда структурата на обектите за проектиране. При него се дефинират блоковете (модулите) и връзките между тях, детайлните им описания за анализ на натоварване, бързодействие и др.

Физическото описание показва как трябва да се реализира структурата на обектите, за да се осигури тяхното тяхната функционалност.

Всяка област на описание (поведенческо, структурно и физическо) може да се раздели на различни нива на йерархия, както е показано на фиг.1. Колкото по-отдалечено от

центъра е нивото, толкова е по-абстрактно описанието (както и съответния му компютърен модел).

Процесът на проектиране е свързан с трансформиране на описанията на обектите (КК, КС) от поведенческо към структурно и от структурно към физическо за различните нива на йерархия (фиг. 1, b). Тази трансформация се нарича синтез.

За поведенческо, структурно и физическо описание на системно, функционално и логическо ниво могат да се използват езици за хардуерно описание, като VHDL (Very high speed Hardware Description Language).

Компютърното моделиране при изследване на производителността на КС

Компютърното моделиране може да се използва за изследване на работоспособността и оценката на производителността на КС. За различните цели на изследване са необходими различни модели.

Производителността (бързодействието) на КС обикновено се свързва със скоростта на обработка на информацията. Измерва се в брой инструкции (операции), изпълнени за единица време (секунда). Производителността на КС зависи основно от компютърната архитектура и компонентите, които я изграждат.

Структурната организация на една компютърна система включва комплекта от устройства, конфигурацията на връзките между тях и методите за управление, които реализират необходимата функционална организация. В теорията на масовото обслужване всеки ресурс се разглежда като устройство за обслужване на постъпващия поток от заявки. Бързодействието на отделните устройства определя номиналната производителност на системата, която характеризира само потенциалните възможности на устройствата. Тези устройства се разглеждат като системни ресурси и се определя тяхната производителност.

Като обекти за компютърно моделиране се разглеждат системните ресурси:

- Процесор – изпълнява множество операции $F=\{f_1, \dots, f_m\}$ над операнди от множеството на данните $D=\{d_1, \dots, d_k\}$ с цел получаване на нови данни $R=\{r_1, \dots, r_q\}$. Функционалните възможности се определят от множеството F и типа на данните D . Процесорът се разглежда като основно средство за промяна на информацията.
- Памет – съхранява елементите d_i от множеството D в определен ред, от който зависи достъпа до тях.
- Контролер – управлява работата на отделните елементи в една система.
- Терминал – устройство за връзка с околната среда
- Комуникационна среда – средства за осигуряване на връзка между отделните компоненти в системата при обмен на данни и съобщения.

За да се оцени взаимното влияние на устройствата (ресурсите) при съвместната им работа се дефинира комплексна производителност. За оценка на КС, работеща под управлението на операционната система, се използва системната производителност. Нейната оценка количествено може да се изрази като отношение на броя обслужени (обработени за време T) задачи (процеси) N към времето T за проведеното изследване. Необходимо е да се отбележи, че броят на постъпващите задачи (създадените процеси) е случайна величина, която оказва влияние на системната производителност.

Традиционно производителността на КС се изразява през производителността на процесора, която се измерва в милиони инструкции за секунда MIPS (Millions of Instructions per Second) или милиони операции за секунда MOPS (Millions of Operations per Second). Тази производителност се нарича абсолютна (апаратна, максимална), тъй като отразява апаратното бързодействие на машинно ниво.

Производителността на КС зависи и от други фактори, като операционната система, обема на изчислителната работа, използваните стратегии за управление на обработката, използваните приложения и други.

Компютърното моделиране при изследване на КМ и мрежови процеси

Компютърното моделиране при изследване на КМ и мрежови процеси (МП) се свързва с използването на теорията на масовото обслужване (ТМО), тъй като трафикът в тях се разглежда като случаен процес. Това налага да се приложи теорията на вероятностите при определяне на следните характеристики на КМ:

- характеристики, свързани със закъсненията при предаване на съобщения, дисперсия на закъсненията и др.;
- характеристики, свързани с пропускателната способност (средна скорост, максимална скорост и др.

Компютърните модели на КМ построени като системи за масово обслужване (СМО) позволяват да се получи приближена оценка за поведението на КМ и КС при различно натоварване. Този подход се оказва удачен за трафик, който има Поасоново разпределение на вероятностите. Той не е удачен за моделиране на себеподобни (self-similarity) трафици. Такива трафици се наблюдават във високоскоростните компютърни мрежи.

2. Работно натоварване и профил на процесите.

Работното натоварване (РН) представлява пълния обем информация, която постъпва за обработка в КС. Обикновено това са потребителски задачи (процеси), които формират поток от обработвани единици. Този поток се разпределя между отделните компоненти на системата и ги натоварва в рамките на даден интервал от време.

Компютърната обработка може да се разглежда и като съвкупност от процеси за изпълнение на задачите в КС. Всеки процес е отделна единица, която може да се опише със следните параметри: име на процеса; потребител на процеса, начален момент на процеса; състояние на процеса; път (трасе) на процеса.

Профил на процес е последователност от събития, отразяващи неговите изменения във времето. Събитията могат да бъдат: четене на данни; обмен на данни; процесорна обработка; чакане в опашка за обслужване; заемане на системен ресурс и др.

Профил на системното натоварване се дефинира като вектор $Q(t) = (q_1, q_2, \dots, q_n)$, елементите на които отразяват свободното ($q_i=0$) или заето ($q_i=1$) устройство $D_j, j=1, 2, \dots, n$ (системен ресурс) в последователни моменти от време $t=1, 2, \dots$

Работното натоварване най-често се представя чрез входния поток от задачи. Той се разглежда като случаен процес с определена функция на разпределение и се характеризира с времето между две последователни заявки. То може да бъде постоянно и променливо. Средният брой заявки, постъпващи за единица време, определя интензивността на потока. Потокът от задачи може да бъде еднороден и нееднороден. Нееднородния поток може да се представи като съвкупност от еднородни потоци. В

зависимост от това дали неговите статистически характеристики са постоянни във времето или не, той може да бъде стационарен и нестационарен.

При моделиране на КС и протичащите в тях процеси създаденият компютърен модел трябва да отразява двете страни:

- структурната организация на системния ресурс;
- информационния поток, формиращ РН.

Моделът на работното натоварване (МРН) описва динамиката на постъпващите за обработка задачи.