

**Измерване бързодействието на разпределена компютърна  
система базирана на WINDOWS/NT™**

**Гл. Ас. Д-р инж. Станислав Денчев Симеонов  
ЦИТПН, Бургаски Свободен Университет  
e-Mail stan@bfu.bg**

**Stanislav Simeonov: Speedup measurement on WINDOWS/NT™-  
based Distributed Computing Systems**

The system software of a distributed computing system should be able to handle all the communication and security problems, which are significantly different from those of centralized systems. Multitasking is the operating system technique for sharing a single processor among multiple threads of execution. WINDOWS/NT™ supports symmetric multiprocessing and was architecturally designed to run on up to 32 processors.

The paper shows some peculiarities of the operating system leading to certain diversions of its references. This affects the increase of overall system productivity by increasing the number of processors involved.

**Мотивация и въведение**

Операционната система WINDOWS/NT™ представлява разпределена операционна система, изградена основно върху модела клиент-сървър. С версиата 4.0 бяха въведени големи архитектурни промени в сравнение с предходните версии. Много от тях засягат възможностите за скалируемост. Взамайки в предвид и наличните промени в алгоритмите за разпределение и преразпределение на задачите може да се достигне до заключението, че една от целите на създателите е да се постигне възможно по-висока производителност на цялостната компютърна система. Компютърни системи работещи с операционната система WINDOWS/NT™ се явяват не само в ролята на локални мрежови сървъри, но могат да се използват и като отделни компоненти в окрупнени изчислителни комплекси.

Посоченото по-горе дава основание да се очаква изменение в бързодействие на системата в съответствие с изменението на апаратните характеристики. В този случай е необходимо да се дефинира понятието скалируемост на съответната компютърна систем. Понятието

скалируемост се дефинира по различен начин. Би могло да се каже, че скалируемост на дадена компютърна система е способността за увеличаване на производителността и като функция на увеличаването броя на съставните и елементи. В последните години скалируемостта на компютърните системи придоби особено значение при разработката на съвременните архитектури и операционни системи. Увеличаването на ресурсите, не винаги води до увеличаване производителността на системата. В много случаи е необходимо да се вземат допълнителни мерки за реализацията на вътрешнопроцесната комуникация и синхронизация. Последното важи с особена тежест в многопроцесорните компютърни системи, където е необходимо да се избягват проблеми, свързани с разпределение на зависими ресурси, да се реализира правилно в контекстно отношение разпределението и превключването на процесите на отделните процесори.

Решаването на тези задачи е свързано с интергриране в системата на допълнителни елементи, които много често се явяват причина за намаляване на бързодействието. В рамките на предложения материал се представят резултати от измерванията на бързодействието на многопроцесорна компютърна система базирана на WINDOWS/NT™. Измерванията са направени със съдействието на проф. д-р Калфа, катедра "Операционни системи", към Технически Университет Кемниц, ФРГермания /1/.

### **Теоритични постановки**

Концепцията за взаимно изключване е важна при разработката на операционни системи. При нейната реализация е необходимо да се гарантира осъществяването на достъп в определен момент до определен ресурс само от един активен обект (в този случай понятието обект в операционните системи не винаги съответства на това в обектно-ориентираното програмиране). При операционните системи с многонишка структура, каквато е WINDOWS/NT™, е необходимо да се реализира взаимно изключване при изпълнението на отделна нишка. Общийт принцип е: ресурси, в които може да се запише информация, не могат да се поделят без ограничение, докато ресурси, които не подлежат на изменение могат да се поделят. Участъците, съдържащи

код, който осъществява достъп до неподелими ресурси се наричат критични секции.

Въпросът за взаимното изключване е много важен за компютърни системи, съдържащи повече от един процесор. WINDOWS/NT™ е силно свързана, симетрична операционна система, при която един и същ системен код се изпълнява на повече от един процесор, поделяйки в този случай определени структури данни, съхранени в глобалната памет/2/. Ядрото в WINDOWS/NT™ има задача да предостави механизъм, който системният код може да използва за да предпази две нишки от модифициране на една и съща структура по едно и също време.

При решаването на този въпрос създателите на системата са подходили по стандартен начин. Критичните секции са сегменти от код, които могат да модифицират глобални структури от данни. Интересен е случаят на тяхната реализация при многопроцесорна компютърна система, за да може да се провери до колко е реализирана скалируемостта. Механизма, който ядрото използва, за да постигне взаимно изключване е познат в областта на операционните системи под название spinlock. Като принцип spinlock представлява заключващ механизъм, асоцииран с глобална структура от данни. Преди да навлезе в критична секция, ядрото трябва да придобие spinlock, асоцииран със съответната структура. Ако той не е свободен, ядрото продължава да се опитва да го придобие, докато успее. Придобиването му е необходимо да се извършва с атомарни инструкции от гледна точка на стабилността на системата и обикновено се реализира на асемблер (не заради бързината, както се твърди в много литературни източници).

В съответствие с обясненията на принципа за придобиване на spinlock, може да се отбележи, че това е стандартен начин за решаване на проблема в много операционни системи/3/. При разширяване на апаратната част в една компютърна система, в частност при увеличаване броя на процесорите е нормално да се очаква увеличаване на бързодействието/производителността. За теоритичното определяне на производителността са налични модели /4/, които в много случаи показват сходни резултати. Теоретичните модели се

различават в една или друга степен въз основа на архитектурата, на компютърната система, чиято производителност те ще определят. Като теоритична основа за изчисления, тук ще бъде използвана позната формула за пресмятане на нарастване на производителността при увеличаване броят на процесорите:

$$S = \frac{T_1}{T_p} \cdot \frac{1}{\alpha + \frac{1-\alpha-\beta}{cm \cdot \beta}}$$

Където:

$cm$  – комуникационен модел;

$p$  – брой на процесорите;

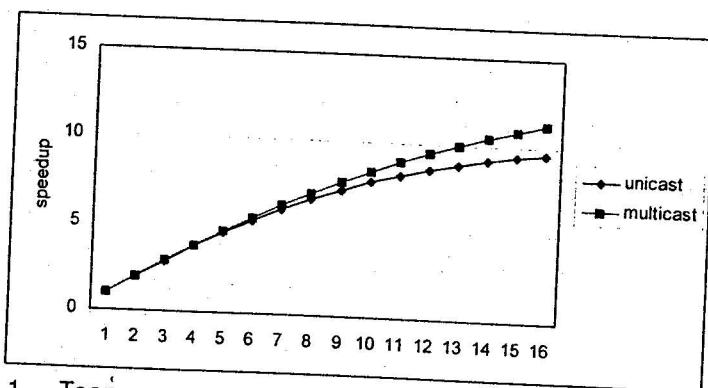
$\alpha$  – част необходима за обработка;

$\beta$  – част необходима за комуникации;

$T_1$  – време за изпълнение на  $p$  на брой операции при един процесор;

$T_p$  – време за изпълнение на  $p$  на брой операции при  $p$  на брой процесори.

За конкретни стойности на  $\alpha=0,01$  и  $\beta=0,001$  посредством числени симулации се получава графиката, показана на фиг.1.



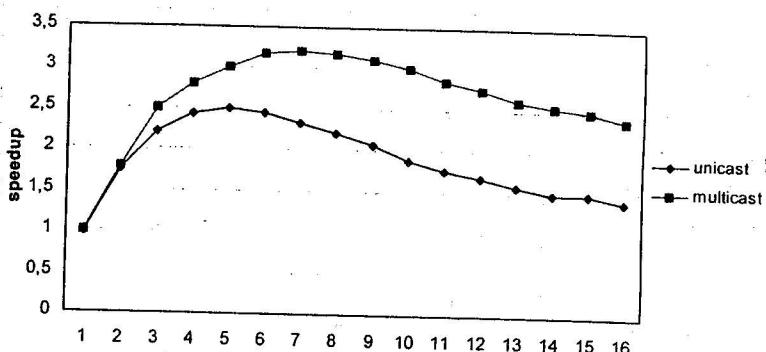
Фиг. 1 Теоритично представяне на производителността в многопроцесорни компютърни системи

Показаното теоритично представяне дава общия вид на кривата на нарастване на производителността на една компютърна система като функция на броя на процесорите. Графиката дава предварителна

представа за очакваните резултати при тестове на операционни системи, без да се вземат предвид особеностите на всяка от тях.

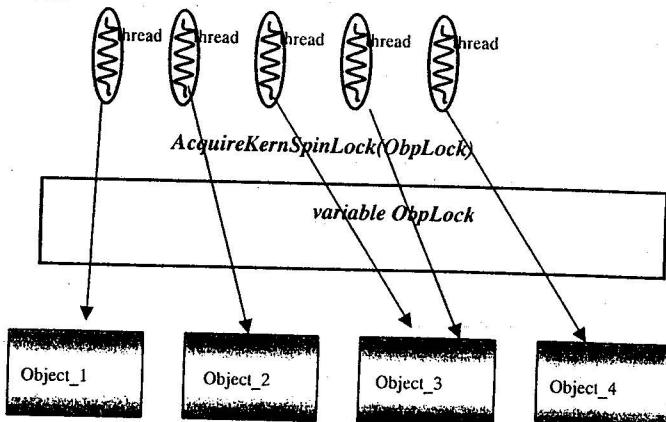
### Практически резултати

Практически резултати от измервания на промяната на производителността на многопроцесорна компютърна система работеща под WINDOWS/NT™ са представени на фиг. 2.



Фиг. 2 Измерени стойности на промяната на производителността на многопроцесорна компютърна система.

Резултатите са получени със съдействието на проф. д-р. инж. В. Калфа, ръководител катедра "Операционни системи", към ТУ Кемниц, ФРГ Германия.



Фиг. 3 Управление на критични секции

Както показват резултатите, максимална производителност се получава при 4 процесора, а след това се наблюдава тенденция на намаляване производителността.

Причината за регистрираното отклонение в този случай трябва да се търси в начина на управление на критичните секции. Принципа е показан на фиг. 3. Управлението се осъществява посредством глобална целочислена променлива, достъпът до която предизвиква забавянето. Характерно в случаят е, че всяка функция на мениджера на обектите в операционната система използва една и съща променлива. Този факт обяснява наличните отклонения в резултатите от теоретичните очаквания.

## Заключение

Материалът има за цел да покаже резултати от измервания на нарастващото производителство при многопроцесорни компютърни системи. Въпреки показаните отклонения операционната система **WINDOWS/NT™** остава една от най-често използваните в практиката за малки и средни сървърски системи. В условията на работа в България това отклонение все още е трудно да се установи. До момента на публикацията не разполагаме с данни за работата на следващите версии. Тенденцията е окрупняване на изчислителни мощности и това дава основание да се смята, че показаните отклонения са изчистени.

## Използвана литература

1. Kalfa, Winfried "Windows NT. Realizing Models & Principles. 1 Course" WINNT Burgas, May 2000.
2. Solomon, David "Inside Windows NT™. Second Edition", Microsoft Press, 1998
3. Sinha, Pradeep K. "Distributed Operating Systems. Concept an Design", IEEE Press, 1996
4. Vahalia, Uresh "Unix Internals", Prentice Hall 1996