

ИНФОРМАТИКА

УДК 004.771;53.08:681.3

А. Л. Маргарян¹, академик В. М. Арутюнян¹, А. Л. Кесоян², Дж. Лопез²

О возможности проведения дистанционного научного эксперимента в
режиме реального времени с использованием сети Интернет

(Представлено 6/IX 2006)

Ключевые слова: *дистанционный эксперимент, компьютерная сетевая технология*

Сложность и многогранность задач, стоящих перед современной наукой, делают очевидной необходимость интеграции научных центров и лабораторий. Интеграция подразумевает наличие развитой информационной инфраструктуры с сетевым способом взаимодействия. Благодаря Интернет-технологиям сегодня стали возможными дистанционное обучение и научные проекты, в которых одновременно участвуют тысячи исследователей из десятков стран мира. Однако все существующие проекты в основном сводятся к образовательным программам, виртуальным экспериментам или математическому моделированию [1, 2]. Тем не менее реальный, живой эксперимент всегда играл и играет решающую роль во всех естественных науках. Заметим одновременно, что современные научные исследования очень часто предполагают использование специфического, дорогостоящего, высокотехнологичного оборудования и программного обеспечения. Сегодня нехватка такого оборудования частично восполняется компьютерным экспериментом. Однако вряд ли стоит пояснять принципиальную разницу между идеальной компьютерной моделью и реальным экспериментом, сопровождаемым и случайными ошибками измерений, и неопытностью экспериментатора, и непредвиденными обстоятельствами, а главное - возможным проявлением того, что не заложено в компьютерной модели. Сама природа всегда интереснее и часто неожиданнее. Поэтому весьма актуально сегодня использование увеличения скорости обмена информацией, опыта

дистанционного научного эксперимента для обеспечения возможности проведения реального исследования, управляя с помощью компьютера экспериментальной установкой с расстояния не 1-2 м, как мы к этому привыкли в научных лабораториях, а из другого города, страны и даже с другого континента.

В данной работе описана система для дистанционного проведения реальных научных исследований с использованием современной сетевой компьютерной технологии, разработанная в научно-исследовательской лаборатории физики полупроводниковых материалов и приборов Ереванского государственного университета совместно с фирмой "Auctor Consulting" (Испания). Идея заключается в том, чтобы создать возможность проведения научного эксперимента в режиме реального времени, дистанционно управляя установкой через сеть Интернет. Для этого необходимо наличие автоматизированной экспериментальной установки, сети Интернет и соответствующей сетевой технологии.

Опыт, накопленный в области применения информационных технологий в научных и образовательных целях, позволяет сегодня разрабатывать системы для дистанционного управления реальным научным экспериментом в реальном времени (см. например [3-7]). Есть также опыт использования компьютерной сети для сотрудничества нескольких крупных лабораторий с целью дистанционного проведения серьезных научных исследований в реальном времени [8]. Однако эти системы пока не находят широкого применения, так как далеки от совершенства. В одном случае система реализована на ASP кодах, что очень нестабильно, малоэффективно, медленно и плохо защищено. Кроме того, на клиентскую машину запускается не код, а полная HTML страница, что приводит к снижению производительности и скорости [3]. В другом случае [4] передаваемая информация - это JAVA коды и в некоторых случаях JAVA апплеты, что делает систему свободной от вышеуказанных недостатков, но в режиме реального времени затруднена параллельная работа более двух пользователей.

Новизна данной работы заключается в том, что в качестве интегрирующей технологии выбрана система быстрой разработки приложений Omnis Studio RAD (Rapid Application Development) [9]. Выбор этой системы обусловлен следующими ее особенностями. В первую очередь, она многоплатформенная. Это дает возможность создавать приложения под Windows, Linux, Solaris и MacOS без изменения существующего кода и последующей перекомпиляции. Благодаря тому, что базовая структура Omnis DAM (Data Access Module) имеет общие черты с основными базами данных, такими как Oracle, Sybase, Informix, DB2, а также со всеми ODBC-совместимыми базами, такими как MySQL, MS Access и MS SQL Server, она легко стыкуется с ними, позволяя переводить

данные из одной базы в другую. Omnis Studio поддерживает одновременную работу многих пользователей с параллельным доступом сразу к нескольким различным банкам данных. Omnis Studio поддерживает целый ряд протоколов и интерфейсов, включая все основные Интернет протоколы (TCP, HTTP, FTP, POP, SMTP, TELNET), и позволяет создавать многофункциональные сетевые приложения с множественными интерфейсами, используя единую среду разработки. Средства разработки, образцы и вспомогательные утилиты Omnis Studio позволяют построить визуально богатый Web-ориентированный интерфейс для всех типов Интернет- и Интранет-приложений. Omnis Studio обеспечивает быстрое создание клиентских и серверных приложений. Сервер может работать под любой из операционных систем - Linux, Sun Solaris, Macintosh и всеми Windows. Omnis Server является многопоточковым, что позволяет одновременно обрабатывать многие сетевые запросы от разных клиентов. При использовании Omnis обмен информацией происходит посредством оптимизированных кодов, что обеспечивает высокую скорость прохождения информации по сети. Возможность формирования специальных туннельных каналов между клиентами и web-сервером делает систему максимально защищенной.

Omnis - это язык четвертого поколения, что означает колоссальный выигрыш во времени и ресурсах, требуемых для разработки продукта. Для наших целей также важно, что системы, основанные на Omnis, могут работать с кодами C++ и JAVA, что дает большие возможности при разработке программного обеспечения для научных экспериментов.

Как отмечалось, для дистанционного проведения экспериментов с использованием компьютерной сети необходим высокий уровень автоматизации научной лаборатории с использованием современных программных средств. В научно-исследовательской лаборатории физики полупроводниковых материалов и приборов Ереванского государственного университета имеется большой опыт по автоматизации экспериментальных установок [10]. В данной работе дистанционное научное исследование с использованием вышеуказанной сетевой компьютерной технологии осуществлено на приборе "MicroScan", разработанном в компании "Beam Co." (США) [11]. Прибор позволяет проводить комплексный анализ лазерного луча и определять в абсолютных единицах такие параметры, как его диаметр, интенсивность (а также ее распределение по диаметру), мощность, расходимость, гауссовость (M^2 фактор). В процессе измерения прибор не перекрывает луч, что позволяет измерять вышеперечисленные параметры с заданной периодичностью, т.е. получать динамику их изменения по ходу эксперимента. Подключение к компьютеру осуществляется через USB порт. Разработанное программное

обеспечение позволяет визуализировать, управлять и контролировать процесс исследования, а также сохранять данные в соответствующем файле. Рабочее окно программы показано на рис. 1.

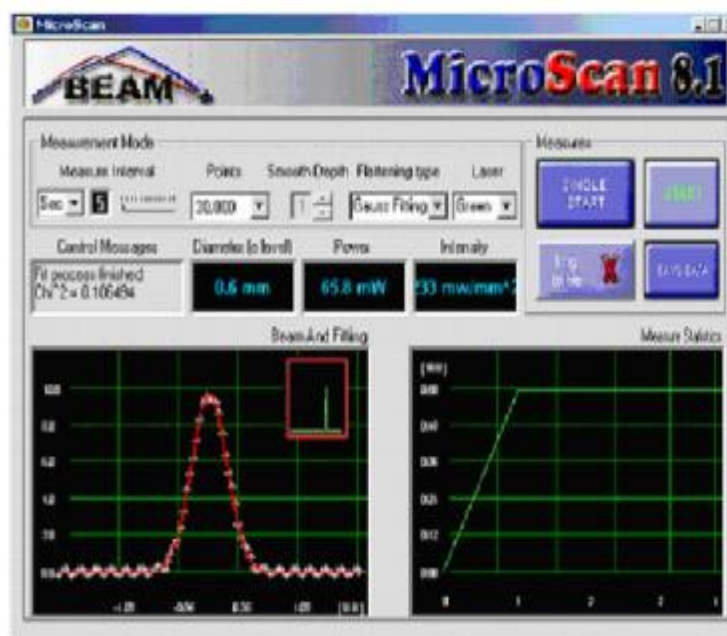


Рис. 1. Рабочее окно программы

Пользователь имеет возможность задавать периодичность измерений, число точек для каждого измерения, тип исследуемого лазера, метод сглаживания эмпирической кривой, тип измерения (единичное или непрерывное). Для визуализации результатов исследования предусмотрены два графических окна. В одном из них отображаются эмпирическая и сглаженная по заданному методу кривые распределения интенсивности лазерного пучка. Во втором окне отображается динамика изменения одного выбранного параметра (интенсивность, мощность или диаметр пучка) во времени. Статистические данные о двух других параметрах записываются в соответствующем файле.

Высокий уровень автоматизации позволяет управлять прибором на расстоянии через сеть Интернет. Данная идея на уровне модели уже испытана, изготовлен прототип и размещен в сети Интернет (<http://80.33.153.36/eMeasure.html>). Прототип позволяет перенести основные функции локального приложения на базу Интернет- технологий, тем самым обеспечивая многопользовательский удаленный доступ.

Прототип основан на встроенной в Omnis Web технологии, которая использует специальные подключаемые компоненты (plug-ins) на стороне клиента и Omnis Application Server на стороне сервера. Хостинг обеспечивается посредством трех элементов - стандартного Web сервера (например,

Apache), Omnis Application Server (Web edition) и базы данных. Все три элемента могут находиться на одной или разных машинах (рис.2). В нашем случае они установлены на одной машине, а в качестве Web сервера выбран Microsoft IIS. Запросы к программе управления прибором маршрутизируются посредством Omnis Application Server. Запись и чтение базы данных реализуется изолированным контуром. Такое построение системы позволяет свести к минимуму взаимопроникаемость базовой системы, клиентского интерфейса и базы данных, что позволяет увеличить скорость и надежность всей системы в целом.

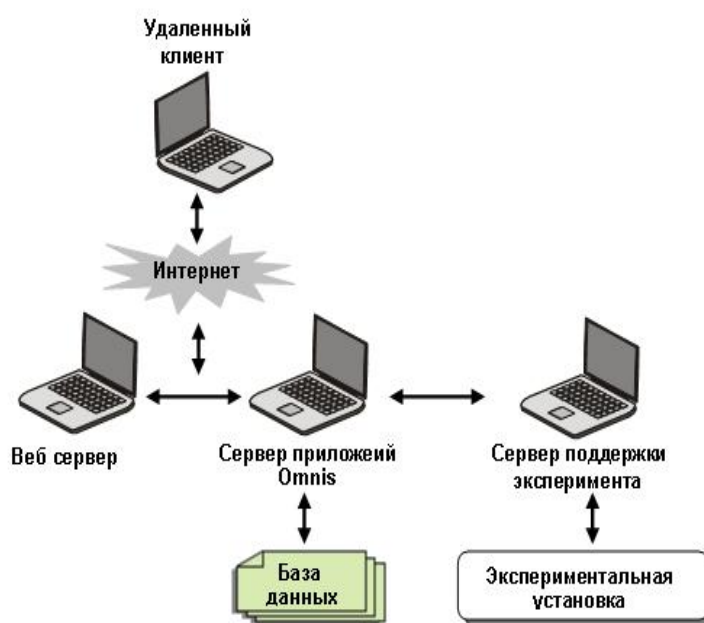


Рис. 2. Система для проведения дистанционного эксперимента

Управление прибором осуществляется посредством базовой библиотеки C/C++, а клиентский и сетевой интерфейсы реализованы на Omnis. Базовая библиотека содержит описания символических команд и потоков, адреса устройств платы и процедуры инициализации и управления работой. С помощью этих функций производится установка режимов работы внешних устройств на плате (установка режимов работы портов ввода - вывода, выбор способа синхронизации, работа с таймерами, установка коэффициентов усиления, опрос флагов, работа с прерываниями и пр.).

Сеанс удаленного доступа (дистанционный эксперимент) начинается со входа пользователя в систему через веб-интерфейс и получения доступа к ресурсам в соответствии с его правами. В качестве веб-браузера может быть использован любой графический HTML Client, в который встроены

элементы ActiveX Omnis Application Server-а. При наличии подготовленной экспериментальной установки на серверной стороне удаленный пользователь может непосредственно приступить к выполнению исследования. Он получает графический интерфейс, идентичный интерфейсу локального пользователя, и имеет доступ к данным персональной папки в соответствии с наделенными правами. Удаленный пользователь следит и управляет ходом эксперимента в режиме реального времени. Обновление отображаемой информации осуществляется с выбираемой пользователем периодичностью во избежание перегрузки сетевого трафика. Полученные в ходе исследования результаты регистрируются в базе данных на стороне сервера, а по завершении эксперимента дублируются на стороне клиента. Каждый сеанс регистрируется в специальном журнале, к которому могут иметь доступ локальный и/или удаленный менеджер.

Таким образом, на конкретном примере показано, что вышеописанная система позволяет дистанционно проводить научные исследования в режиме реального времени, обеспечивая при этом большие объемы передаваемой информации, высокую степень защищенности и скорости обмена информацией. Система дает возможность создания банка исследовательских данных, значение которого для исследователей-пользователей такой сети трудно переоценить.

Гибкость и многоплатформенность системы позволяют сконструировать самую разнообразную архитектуру сети, т.е. создать дистанционно-управляемую совместно используемую научную лабораторию любой конфигурации.

Расширение и распространение в дальнейшем такой сети создаст дополнительные возможности для контакта различных научных школ и областей науки, у ученых появится возможность проведения одновременно нескольких экспериментов в разных лабораториях мира. Во многих случаях отпадет необходимость в приобретении дорогостоящего научного оборудования многими участвующими в эксперименте лабораториями, а лизинговая система приобретет сетевой характер. Все это в комплексе приведет к интеграции научных лабораторий и развитию науки.

Авторы выражают благодарность Н. Г. Акопян, В. Л. Кесосян и С. Р. Манучаряну за активную помощь при проведении работ и оформлении статьи.

¹Ереванский государственный университет

²"Auctor Consulting" Барселона, Испания

Հ. Լ. Մարգարյան, ակադեմիկոս Վ. Մ. Հարությունյան, Ա. Լ. Քետյան, Ջ. Լոպեզ

**Իրական ժամանակի ռեժիմում ինտերնետ ցանցի միջոցով հեռակառավարվող գիտական
փորձ իրականացնելու հնարավորության վերաբերյալ**

Դիտարկված է հեռակառավարվող գիտական հետազոտություններ իրականացնելու համար նախատեսված համակարգ: Որպես ինտեգրող համակարգչային տեխնոլոգիա օգտագործված է ծրագրային փաթեթների արագ մշակման Omnis Studio RAD համակարգը: Նկարագրված է լազերային ճառագայթի ամբողջական վերլուծության համար նախատեսված հեռակառավարվող համակարգի նախատիպը: Յույց է տրված, որ այդպիսի համակարգը օժտված է փոխանցվող ինֆորմացիայի մեծ ծավալներով, պաշտպանվածության և ինֆորմացիայի փոխանակման արագության բարձր աստիճանով:

H. L. Margaryan, academician V. M. Aroutiounian, A. L. Kesoyan, G. Lopez

**About the Possibility of Carrying out a Remote Scientific Experiment in Real Time Mode
with the Use of Internet**

A system to carry out remote investigations in real time mode is considered. The rapid application development Omnis Studio RAD system is used as an integrating computer technology. The prototype of the system for remote complex analysis of laser beam is described. The advantages of such system are shown from the point of view of huge volumes of transmitted information, high security and information processing speed.

Литература

1. *Kazitov M. V., Nelayev V. V.* – Belorussian State University of Informatics and Radioelectronics. Minsk. Belarus. <http://icts.virtualave.net>.
2. *Jing Zhang, Jianping Chen, Ko C. C., Chen B. M., Ge S. S.* – IEEE Conference on Decision and Control. Orlando. FL. December 4-7. 2001.
3. *Lee H.* – Journal of the Korean Physical Society. 2002. V. 41. No. 5. November.P. 632-642.
4. *Bischoff A., Rohrig C.* – 20th World Conference on Open Learning and Distance Education, Düsseldorf. Germany. April 01-05. 2001.
5. *Rohrig C. Jochheim A.* – IFAC/IEEE Symposium on Advances in Control Education. Gold Coast. Australia. 2000.
6. *Röhrig C., A. Jochheim* – IEEE International Symposium on Computer-Aided Control System Design. CACSD'99. Kohala Coast-Island of Hawaii. Hawaii. August. 1999.
7. *Lu S. J., Ko C. C., Chen B. M., Cheng C. D.* – Department of Electrical and Computer Engineering. National University of Singapore. <http://vlab.ee.nus.edu.sg/vlab>

/papers/C-SERP02-02.pdf

8. *O'Keefe M. A.* Long-Distance Real-Time Collaboration for Materials Micro-characterization. <http://tpm.amc.anl.gov//MMC/HomePage.htm>.

9. *Web Application Development with OMNIS Studio by Dr. Caroline Wilkins*, <http://www.omnis.net/develop/resources/whutepapers/Omnis-WebApp-Dev.pdf>.

10. *Маргарян А. Л., Кесоян А. Л., Арутюнян В. М.* – Изв. НАН Армении. Физика. 2006. Т. 41. No. 4. С. 296-301.

11. *Tabirian V.* – Line-Scan Laser Beam Profiler. U.S. Patent. 2003. 6,526,077.