

AN EXAMPLE OF DISTRIBUTED MEASUREMENT SYSTEM, EMPLOYING WEB-BASED MICRO-CONTROLLER DS TINIM400

Grisha Spasov, Nikolay Kakanakov, Emil Ivanov

Technical University – Sofia, branch Plovdiv, Department of Computer systems,
4000 Plovdiv, 25 Tzanko Djustabanov Str., e-mail: gvs@tu-plovdiv.bg;
kakanak@tu-plovdiv.bg; apostola13@yahoo.com; <http://net-lab.tu-plovdiv.bg>

Abstract: Web-based development board, Dallas TINIm400, incorporated the advances of Java technologies, TCP/IP stack and integrated Web server. These modern technologies are combined in TINIm400 micro-controller with standard low-level industrial interfaces such as: RS232, RS485, CAN2.0B, Software Support for I2C and SPI™ Ports, Integrated 1-Wire® Network Master. In the current paper an example implementation of a distributed measurement system, using these advances, is presented. The proposed system measures temperature and humidity, using intelligent sensor SHT71 from Sensirion. The measured data can be observed in real-time or can be stored for future analysis. The client interface is a java applet. From the applet the client can watch current measurements or can set levels for the alarms. These alarms are activated when the measured parameters go out of the pre-set down and up thresholds.

Keywords: Distributed measurements, distributed embedded system, java enabled micro-controller.

ВЪВЕДЕНИЕ

Една сравнително нова тенденция в системите за разпределени измервания е използването на наложилите се в Интернет Web архитектури клиент/сървър [1-3]. При тях между РС базирани измервателни станции (сървъри) и клиентски визуализиращи станции се обменят данни чрез предаване на хипертекст (HTML) документи.

Появата през последните години на вградени системи с интегрирани комуникационни итерфейси и TCP/IP стек, позволи в системите за разпределени измервания да се прилагат Web модели, доказали се в разпределените десктоп информационни системи [4].

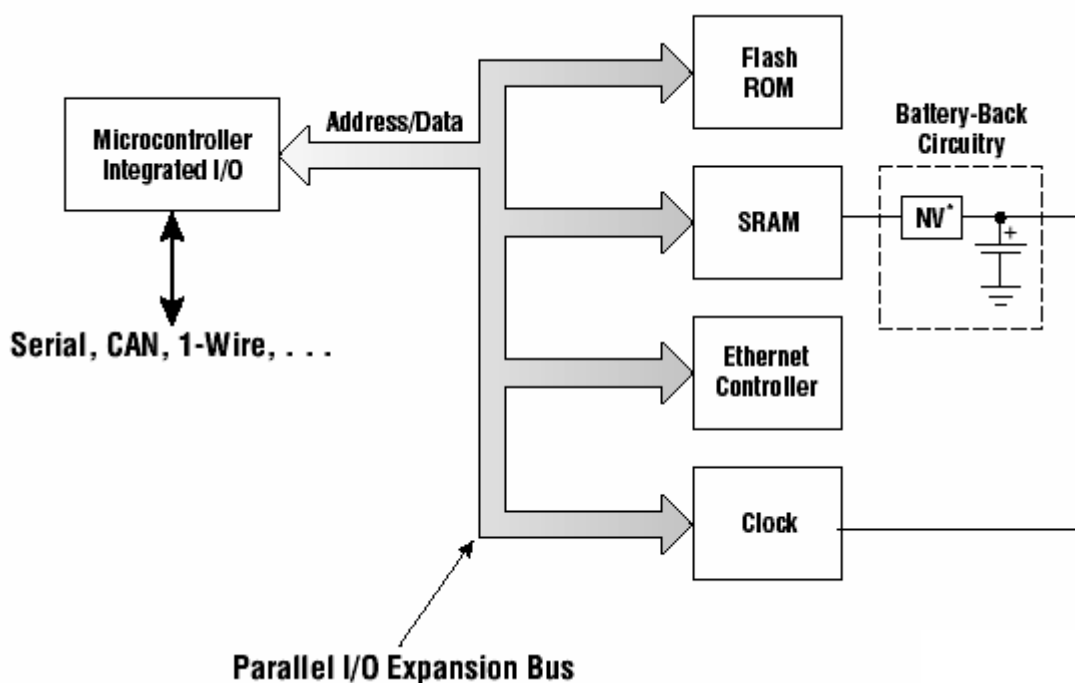
Такива Web базирани системи включват два основни типа обекти – потребител и контролиран обект. Тези обекти обменят данни по следните сценарии [5]:

- *Следене/Контрол* – потребителят изисква от вградената система резултата от определено измерване или да изпълни определена команда.
- *Диагностика* – потребителят изисква информация относно вътрешното състояние на вградената система.
- *Конфигуриране* – потребителят променя настройките на вградената система. Така се променя хода на работа или се конфигурират алармени състояния.
- *Аларми* – при тях вградената система е инициатор на обмена. Тя може да бъде конфигурирана да съобщава на потребителя за апаратна или програмна грешка, или че в хода на измерването определен параметър излиза извън зададените граници.

В настоящата статия е представена разпределена система за измерване на температура и влажност с Java базирано приложение от типа клиент/сървър.

WEB БАЗИРАНА ВГРАДЕНА СИСТЕМА TINI

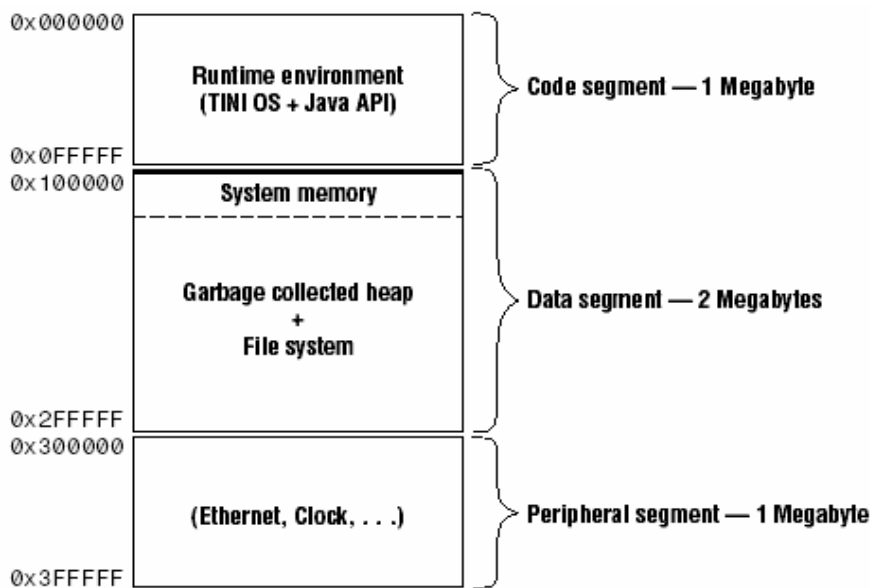
Типичен представител на Web базирана вградена система е TINI (Tiny InterNet Interface) платформа на Dallas Semiconductor [8] – фигура 1. Тя е комбинация от малък, но мощен чип-сет и Java програмируема среда. Основната цел на платформата е да предостави връзка до компютърната мрежа на свързани към интерфейсите I²C, RS232/RS485, CAN2.0B, 1-Wire малки датчици, сензори и други електронни устройства.



Фигура 1. TINI блокова схема.

Комбинацията от широки входно/изходни възможности, TCP/IP протоколен стек и Java програмируема среда, разширяват комуникационните възможности на всяко свързано устройство, като му позволяват взаимодействие с отдалечени системи и потребители чрез стандартни мрежови приложения или Web браузър.

В основата на TINI платформата е микроконтролера DS80C400. Той е трето поколение микроконтролер от серията 8051-базирани на фирмата Dallas Semiconductors [8]. Периферията включва 10/100 Ethernet MAC, три независими серийни порта, CAN 2.0B контролер, 1-Wire® Master и до 8 двупосочни 8 битови порта (64 Digital GPIO pins). За да се предостави възможност за достъп до компютърни мрежи в постоянната памет на контролера има зареден пълен TCP/IP стек, който поддържа IPv4 и IPv6, както и многозадачна операционна система TINI OS. Мрежовият стек поддържа до 32 едновременно отворени TCP сесии, като трансферната скорост достига до 5Mbps. Максималната системна честота е 75MHz, а минималното време за изпълнение на една инструкция е 54ns. Достъпът до областта на данните и програмната памет е с 24 битово адресиране, което позволява да се адресира пространството от 16MB памет. Картата на паметта използвана от TINI е показана на фигура 2 и се състои от следните три сегмента: за код, за данни и за периферия.

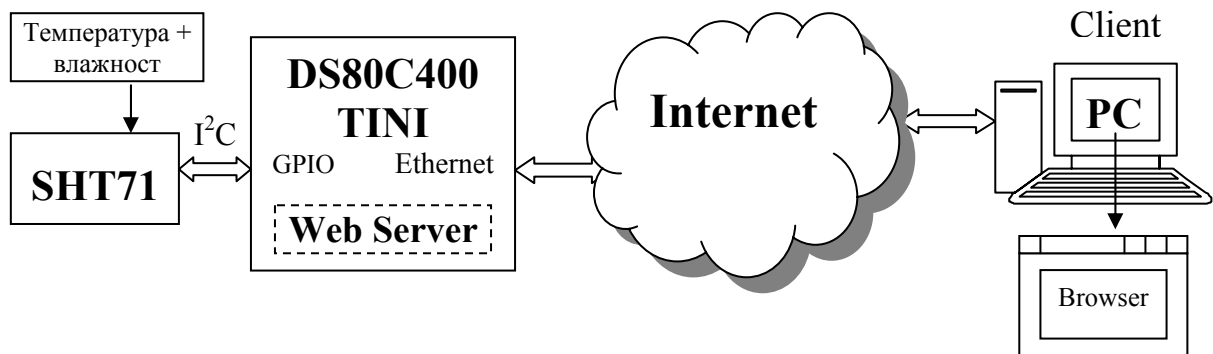


Фигура 2. Карта на паметта

Вграденият софтуер на TINI платформата включва операционна система за реално време TINI OS и две категории Java приложения: native code, изпълняван директно от микроконтролера, и API интерпретиран байтов код, изпълняван от Java виртуалната машина. API частта на средата комбинира класове от няколко пакета дефинирани в Sun's Java Developer's Kit (JDK) [7] с TINI специфични класове. TINI специфичните класове са дефинирани като под-пакети на основния пакет `com.dalsemi`.

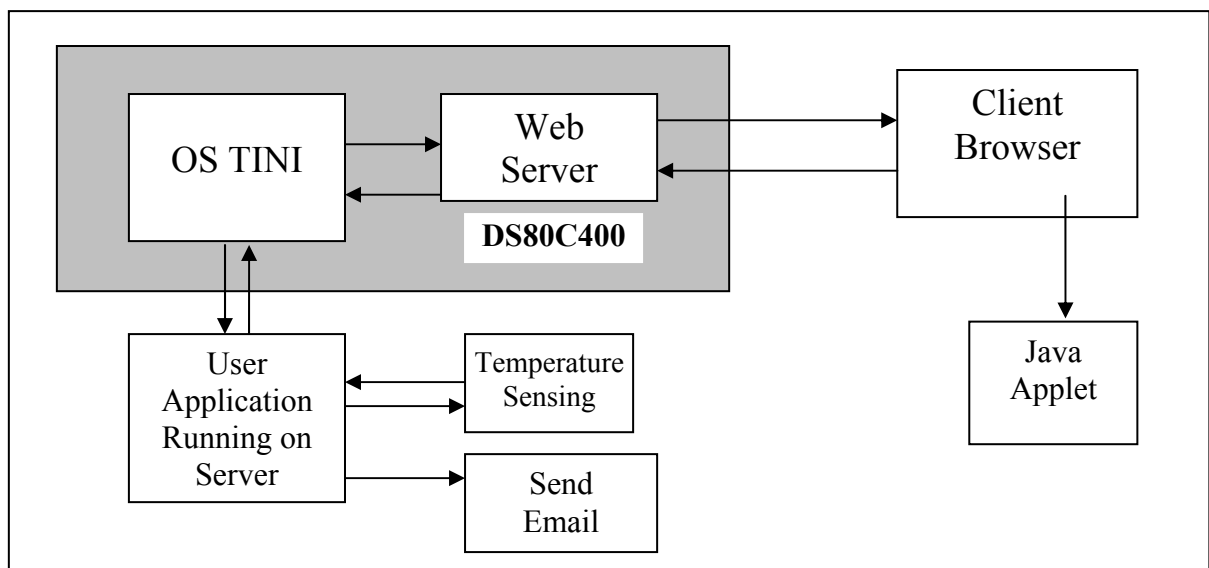
WEB БАЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРА И ВЛАЖНОСТ

Целта на предложената разпределена система за измерване е наблюдаване на температурата и влажността в отдалечени обекти. Измерването се осъществява от комбиниран сензор SHT71 [9] с цифров интерфейс съвместим на физическо ниво с I²C и собствен протокол. Получените от сензора данни за измерваната температура и влажност се предават посредством интернет и по-специално като се използва протокола HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) [6]. Ядрото на системата е микроконтролера DS80C400. Функционалната схема на работа на системата е показана на фигура 3.



Фигура 3. Функционална схема на разпределената система

Функционалността на системата се разпределя между няколко основни блока – фигура 4. Интернет браузърът осигурява познат интерфейс за клиента, върху който се зарежда и стартира Java аplet за връзка с TINI системата. Вграденият Web сървър осигурява управлението на програмите и обменът на данни между потребителя и системата.



Фигура 4. Функционални блокове и връзки в системата.

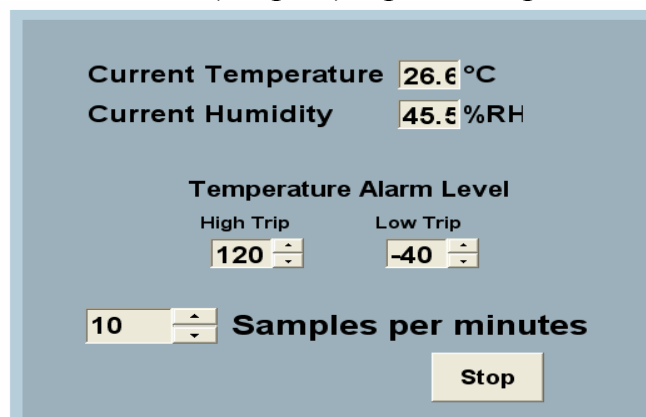
Операционната система на TINI управлява задачите на web сървър, програмната реализация на TCP/IP комуникацията, периферните интерфейси, приложните задачи и връзките между тези отделни задачи. Приложните задачи, се стартират като три нишки: TINI HTTP Server, TINI Server Socket и SHT71 Driver Thread. TINI HTTP Server е Web сървър, който чака за входящи HTTP заявки от Web брауъра и Java аплета от клиента, и връща измерени стойности за температура и влажност, както и достигнати стойности на алармите. TINI Server Socket реализира сървър сокет нишка със задача да следи за входящи връзки от клиента. Класът, който поддържа и реализира кода на нишката е SockListen.

SHT71 Driver Thread е нишката, която управлява температурния датчик. В таблица 1 са показани управляващите команди и техните кодове към сензора за температура и влажност.

Таблица 1. Списък на командите към SHT71.

Команда	Код
Резервирани	0000x
Измерване на температура	00011
Измерване на влажност	00101
Четене на Status Register	00111
Запис на Status Register	00110
Резервирани	0101x-1110x
Soft Reset , програмно рестартиране на интерфейса, изчистване на Status Register, изчакване на 11ms до следващата команда	11110

Посредством графичния интерфейс от клиентската машина (фигура 5) могат да се визуализират текущата стойност на температурата и влажността, зададените граници на изменение (аларми), броя измервания в минута.



Фигура 5. Графичен интерфейс на потребителя.

Експериментална реализация на системата е достъпна за тестване и запознатане на <http://net-lab.tu-plovdiv.bg/projects/temperature>.

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бъдещата работа по проекта може да се развие в следните насоки. Интегриране на мрежа от микроконтролери посредством Web услуги към различни модели на разпределени системи за измерване. Тук работата може да се насочи към интегриране на Web услуга в микроконтролера DS80C400-TINI, или използване на междинен сървър предоставящ Web услуги за измерени стойности на контролираните параметри от микроконтролерите.

Друга възможност за бъдещо развитие на проекта е микроконтролера DS80C400-TINI да се използва като като шлюз (gateway) между интернет приложения посредством Ethernet, или RS232/RS485 и мрежи от сензори свързани към специфичните сензорни интерфейси I2C, CAN2.0B, 1-Wire®, SPI, и д.р.

Изследванията в настоящата работа са финансирани от Фонда за научни изследвания към МОН – проект “ВУ-966/2005”, “Web Services and Data Integration in Distributed Automation and Information Systems in Internet Environment”, договор “ВУ-МИ-108/2005”.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] D. Grimaldi, L. Nigro, F. Pupo, “Java-based distributed measurement systems”, *IEEE Trans. Instrum. and Meas.*, Vol. 47, no. 1, Feb. 1998, pp. 100-103.
- [2] G. Fortino, D. Grimaldi, L. Nigro, “Distributed Measurement Patterns based on Java and Web Tools“, in *Proc. Instr. and Meas. Tech. Conf. (IMTC)*, Vol. 1, 1997, pp. 686-689.
- [3] F. Pianegiani, D. Macii, P. Carbone, “Management of Distributed Measurement Systems Based on Abstract Client-Server Paradigms”, *Technical Report # DIT-04-049*, Department of Information and Communication Technology University of Trento, April 2004, <http://www.dit.unitn.it>.
- [4] Каканакон Н., Спасов Г., “Web базирани разпределени вградени системи”, *Автоматика и Информатика*, Брой 1, 2005, ISSN 0861-7562, pp. 44-46.
- [5] Topp, U., P. Müller, “*Web based service for embedded devices*”, *Lecture Notes in Computer Science*, Springer Berlin, ISSN: 0302-9743, Volume 2593 / 2003.
- [6] <http://net-lab.tu-plovdiv.bg/projects/temperature/> system for monitoring temperature and humidity.
- [7] <http://java.sun.com/products/jsp/> - JSP homepage.
- [8] <http://www.maxim-ic.com/> – DSTINI400
- [9] <http://www.sensirion.com/sensors/humidity/> – SHT71 datasheets and info.