

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СУПЕРСЕНСОРНОГО КОМПЬЮТЕРА: ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Анопrienко А.Я., Варзар Р.Л.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

Кафедра компьютерной инженерии

anoprien@gmail.com

Рассматривается концепция суперсенсорного компьютера и ее реализация в виде экспериментального прототипа соответствующего устройств. Анализируются некоторые особенности реализации разработанного прототипа, в том числе работа с комплексными параметрами и визуализация результатов.

Введение

Концепция суперсенсорного компьютера (ССК) сформулирована авторами в 2012 году [1] и явилась результатом поиска дальнейших путей эффективного развития современных средств компьютеринга с учетом всей совокупности задач и возможностей, сформировавшихся в ходе интенсивного развития компьютерных технологий в последние десятилетия. В настоящее время можно констатировать, что данное направление является достаточно актуальным и плодотворным направлением исследований в области компьютерных наук и технологий, получившим признание и позитивные отклики на целом ряде международных научных конференций [2-4]. Данное направление является продолжением и развитием разработок и исследований в области компьютерных систем мониторинга [5-7] и высокопроизводительных информационно-моделирующих сред для исследования, разработки и сопровождения сложных динамических систем [8-14], ведущихся на факультете компьютерных наук и технологий (КНТ) Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) [15].

Сегодня, в частности, одной из актуальных и глобальных проблем человечества является загрязнение окружающей среды. К загрязняющим факторам относятся химическое, биологическое загрязнение, электромагнитные поля, ионизирующие излучение, акустический шум, вибрации и т. д. Для измерения воздействия этих факторов на человека и окружающую среду было разработано огромное количество приборов. Большинство этих приборов и измерительных комплексов недоступно обычному человеку из-за их громоздкости, уникальности и/или дороговизны. Одной из распространенных проблем является также отсутствие реальной информации о состоянии окружающей среды и её недоступность широкой общественности.

С другой стороны, широкое распространение различных мобильных устройств, имеющих подключение к Интернет (с 2011 года их количество уже превысило миллиардный порог), и различных интеллектуальных датчиков и регуляторов [16], создало уникальные условия для организации тотального контроля как за параметрами окружающей среды, так и человеческого организма. Это позволяет существенно более эффективно решать как экологические задачи, так и многочисленные задачи, связанные с биометрией и телемедициной [17-19].

Знаковым событием, в частности, можно считать одобрение в 2012 году Управлением по контролю за продуктами и лекарствами США первой электронной таблетки, содержащей микроскопический датчик размером порядка квадратного миллиметра, которая после проглатывания пациентом и активизации электрической цепи желудочным соком начинает передавать сигнал на миниатюрный приёмник, закреплённый на коже и способный пересылать данные на мобильный телефон. Этот приёмник может собирать информацию о реакции пациента на лекарства (проводить мониторинг температуры тела, пульса и других показателей), о регулярности их приёма и даже следить за тем, что человек ест. Такая технология значительно облегчит жизнь тем, кто страдает от хронических заболеваний, особенно людям пожилого возраста: она будет автоматически напоминать, что необходимо принять препарат, позволит отслеживать реакцию организма пациента на лекарства и станет персонализированным каналом мгновенной обратной связи с врачом. А, например, крошечный имплантат в носу может контролировать токсины в воздухе и своевременно сигнализировать о начинающейся простуде [19]. Все это побуждает искать варианты практической реализации ССК уже сегодня.

Реализация прототипа суперсенсорного компьютера

С целью практической ССК было разработано несколько экспериментальных образцов, которые обладают следующими преимуществами: компактность, низкая стоимость и большое количество измеряемых параметров с приемлемой точностью. В процесс разработки предполагалось, что **суперсенсорный компьютер (ССК)** как интеллектуальное сенсорное устройство, включающее в себя большое количество миниатюрных датчиков, микропроцессор, память и средства связи (рис. 1), должен изначально рассматриваться как элемент распределенной самоконфигурируемой беспроводной **суперсенсорной сети (ССС)**, состоящая из ССК и малогабаритных интеллектуальных сенсорных устройств (рис. 2, 3). В связи с этим прототип суперсенсорного компьютера имеет несколько интерфейсов для обмена данными с другими устройствами и центральным сервером: USB, последовательный порт, Bluetooth. Он содержит также встроенную энергонезависимую память, часы реального времени и позволяет подключать внешние накопители информации, такие как карты памяти.

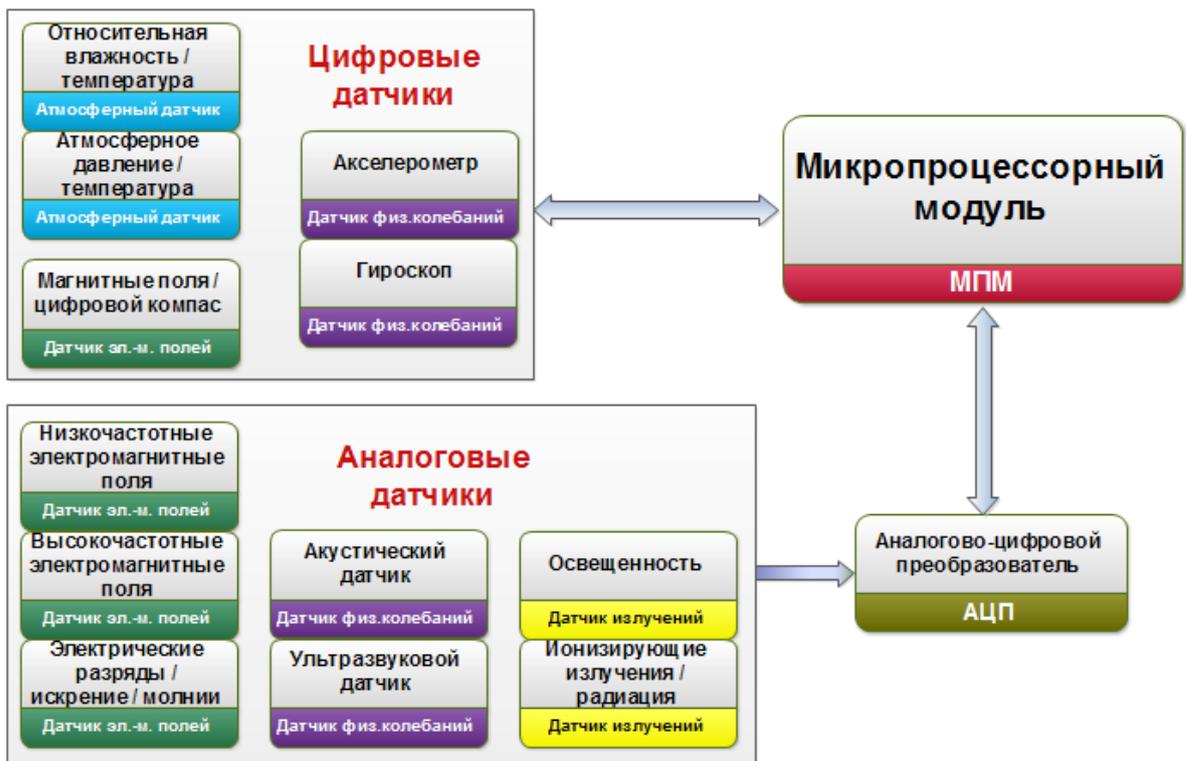


Рисунок 1 – Архитектура экспериментального прототипа суперсенсорного компьютера

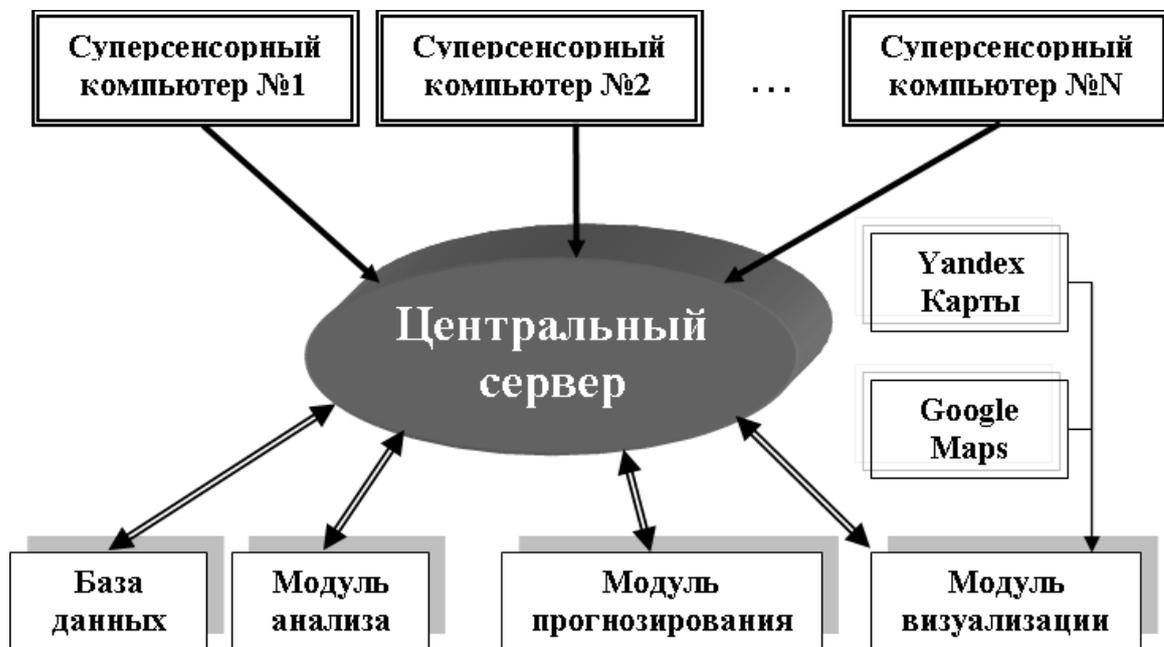


Рисунок 2 – Архитектура интегрированной суперсенсорной клиент-серверной системы

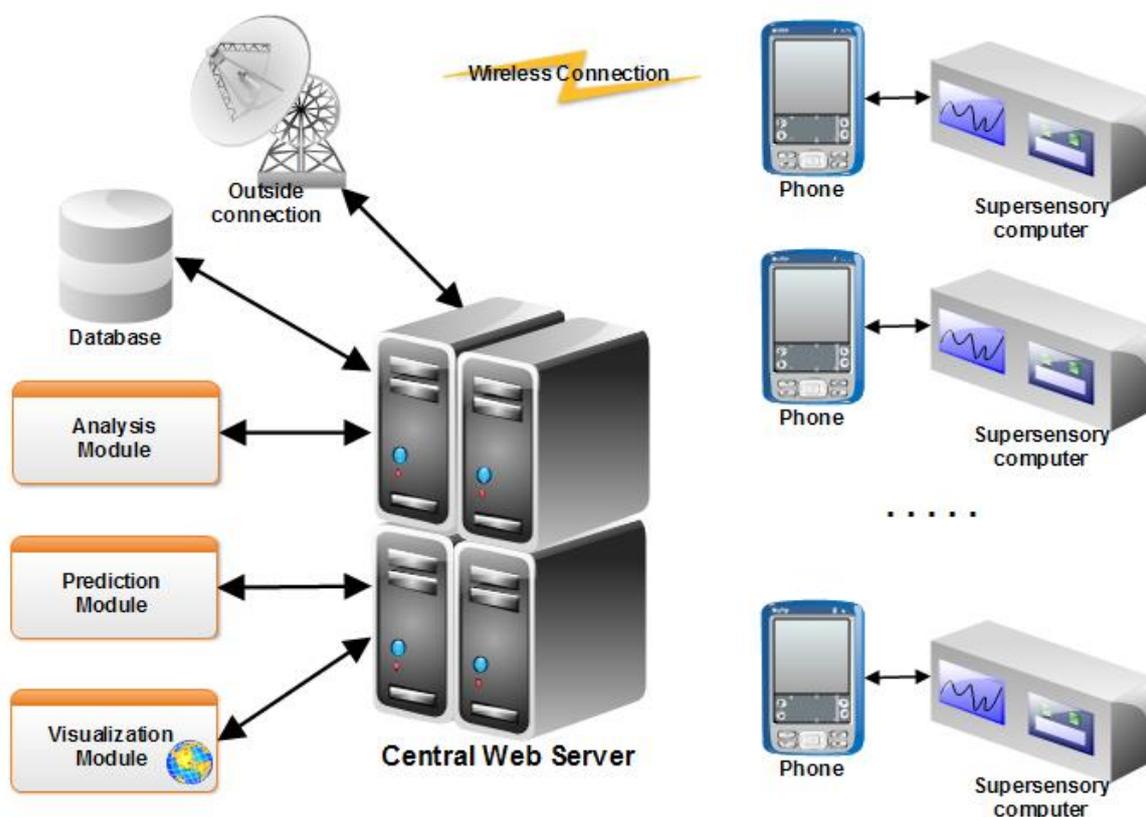


Рисунок 3 – Архитектура суперсенсорной сети на базе мобильных суперсенсорных систем

Питание ССК осуществляется от встроенного литий-полимерного аккумулятора, от внешнего блока питания или порта USB.

Перечень параметров, измеряемых разработанным прототипом ССК, определялся возможностями и доступностью различных современных малогабаритных датчиков [20-29] и представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры, измеряемые суперсенсорным компьютером

Измеряемый параметр	Диапазон измерения	Погрешность
Температура воздуха	-40...+123.8 °С	±0.5 %
Относительная влажность	0...100 %	±4.5 %
Атмосферное давление	300...1100 гПа	±0.3 %
Освещенность	3...70000 Люкс	±10 %
Механические вибрации	-16...+16 g (3 оси)	±2 %
Акустический шум	20 Гц... 20 кГц, 10...140 дБ	±10 %
Инфразвуковой шум	2 Гц...20 Гц, 10...140 дБ	±20 %
Ионизирующее излучение	0...100000 мкР/ч	±20 %
Магнитное поле	-8.1...+8.1 Гаусс (3 оси)	±1.5%
Электромагнитное излучение	50 Гц...100 МГц, 0...4000 мкВт/см ²	±10 %
Детектор грозовых разрядов	0...100 км	±50 %

В ближайшем будущем планируется оснастить суперсенсорный компьютер преобразователями биоэлектрических потенциалов для регистрации ЭКГ и ЭЭГ, а также датчиками температуры тела, пульса, артериального давления, ФКГ и ВКГ.

Комплексные параметры и модели их построения

В настоящее время для оценки влияния внешних факторов окружающей среды на человека используются так называемые комплексные индексы, которые одновременно учитывают несколько параметров. Эти индексы обычно используются в погодных метеостанциях, которые на основе нескольких параметров (температура, влажность, скорость ветра и т. д.) рассчитывают температуру окружающей среды, которую человек реально будет чувствовать кожей, а не то, что показывает только один лишь термометр. К таким индексам, например, относятся: Индекс тепла (Heat index, humidity, HI), Humidex, Ветро-холодовой индекс (жесткость погоды, Wind Chill), Wet-Bulb Globe Temperature (WBGT), ТНС индекс (индекс тепловой нагрузки среды) [30-32]. Индекс тепла, в частности, вычисляется по формуле (1) [30].

$$HI = c_1 + c_2T + c_3R + c_4TR + c_5T^2 + c_6R^2 + c_7T^2R + c_8TR^2 + c_9T^2R^2$$

$$c_1 = -42.379, c_2 = 2.04901523, c_3 = 10.14333127,$$

$$c_4 = -0.22475541, c_5 = -6.83783 \times 10^{-3},$$

$$c_6 = -5.481717 \times 10^{-2}, c_7 = 1.22874 \times 10^{-3},$$

$$c_8 = 8.5282 \times 10^{-4}, c_9 = -1.99 \times 10^{-6}$$
(1)

Существует также очень удобное графическое представление для определения Индекса тепла, изображенное на рисунке 1 [32], который можно рассматривать в качестве своеобразной номограммы [12].

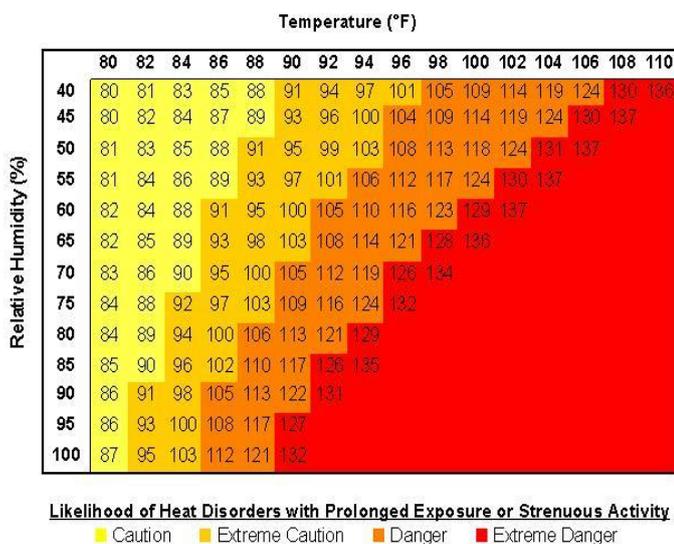


Рисунок 4 – Пример номограммы для определения индекса тепла по температуре и относительной влажности [32].

Визуализация измерений суперсенсорного компьютера

Чрезвычайно важным для ССК является наглядное графическое представление информации – существенно более понятное и информативное, чем формульное и табличное представление, особенно в случае использования большого количества коэффициентов и результатов вычислений. На рис. 5 и 6 представлены примеры визуализации данных разработанного прототипа суперсенсорного компьютера в виде наглядного изображения текущих значений и в виде графиков (на базе LabView).

В дальнейшем визуализации данных в ССК предполагается уделить особое внимание, в том числе реализовать идеи и методы расширенной реальности [33] и ноографики [12].

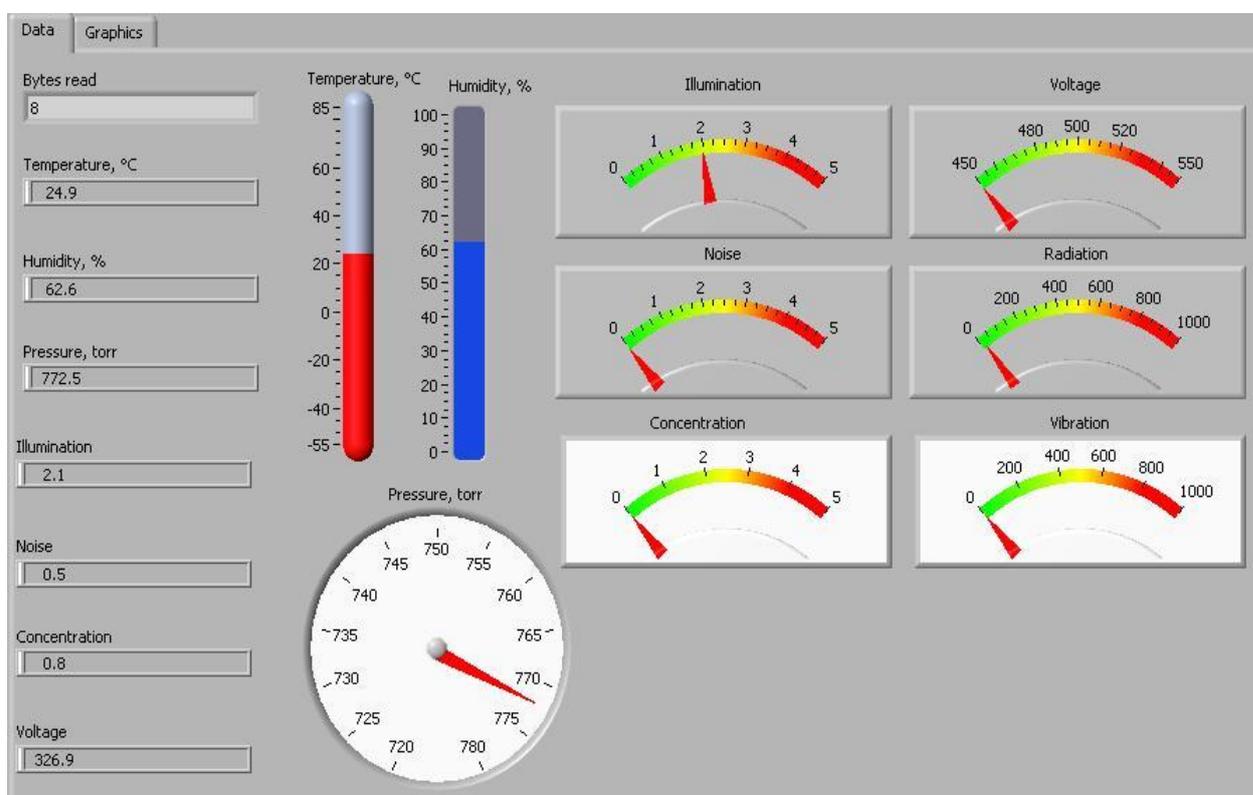


Рисунок 5 – Интерфейс программы для визуализации текущих данных прототипа суперсенсорного компьютера (на базе LabView)

Особенности прототипа суперсенсорного компьютера

Реализованная в настоящее время экспериментальная версия ССК (рис. 7, 8) является достаточно компактной для того, чтобы рассматриваться в качестве мобильной, и достаточно функциональной для проведения всего комплекса экспериментальных исследований. В дальнейшем планируется реализация ССК в форм-факторах планшетных компьютеров и мобильных телефонов,

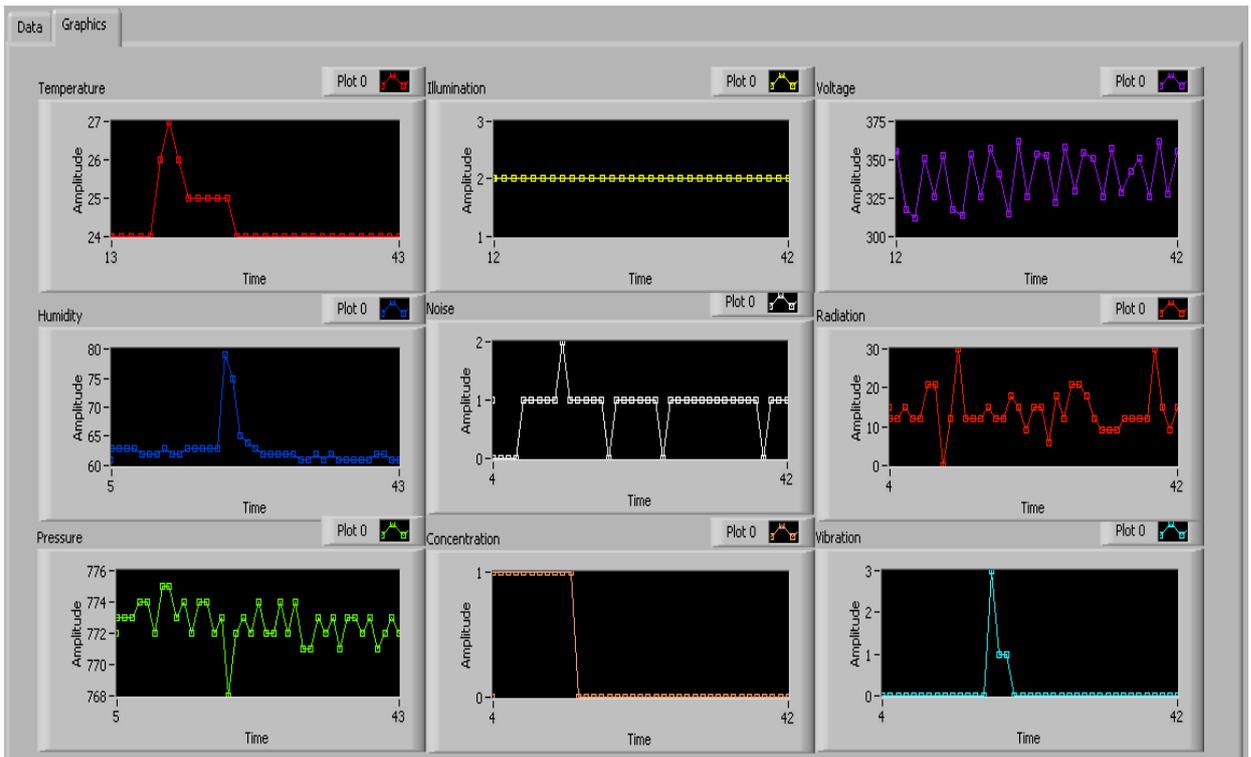


Рисунок 6 – Интерфейс программы для визуализации данных прототипа суперсенсорного компьютера в виде графиков (на базе LabView)

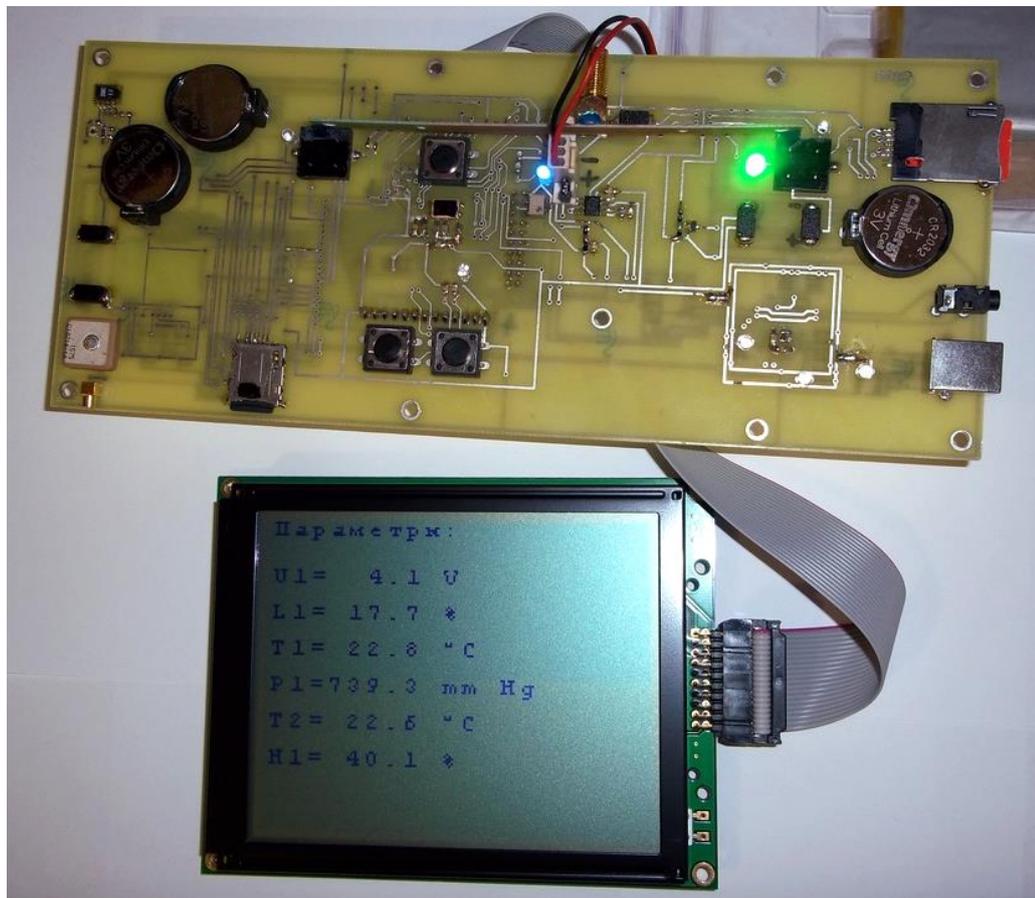


Рисунок 7 – Экспериментальный прототип суперсенсорного компьютера с подключенным модулем визуализации

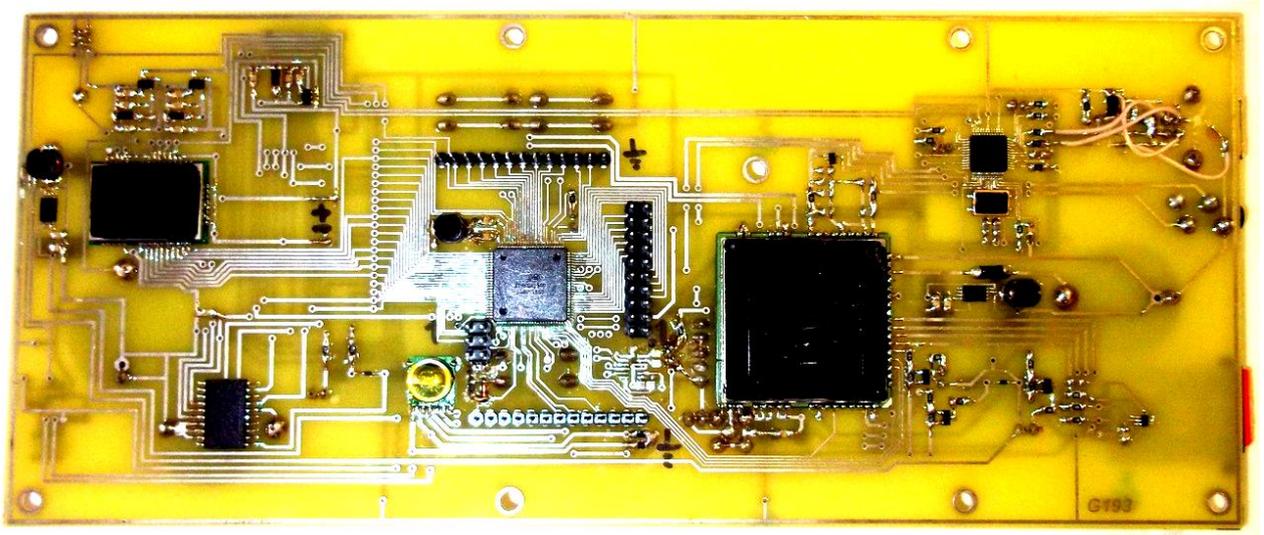


Рисунок 8 – Основной модуль экспериментального прототипа суперсенсорного компьютера (вид со стороны установки процессора)

Выводы

Дальнейшие исследования и разработки будут направлены на решение следующих задач:

1. Разработка математического и алгоритмического аппарата для интегральной оценки и прогнозирования изменения параметров окружающей среды и организма человека-оператора.
2. Разработка математического и алгоритмического аппарата для поиска корреляций между изменениями во внешней окружающей среде и внутренней среде организма человека.
3. Разработка клиентского и серверного программного обеспечения для сбора, анализа, обобщения и визуализации получаемой с ССК информации, в том числе в режиме реального времени.
4. Реализация тетралогии и тетравычислений в программном и аппаратном обеспечении ССК для повышения точности и адекватности измерительных и вычислительных данных суперсенсорного компьютеринга.
5. Разработка достаточно дешевого, компактного, оснащенного максимальным количеством датчиков суперсенсорного компьютера и/или модуля, подключаемого к существующим и перспективным мобильным компьютерным устройствам, реализуемых в стандартных форм-факторах современных мобильных устройств.

Список литературы

1. Anopriyenko A., Varzar R. Intelligent supersensory computer network for measurement and analysis of environmental hazards // Informatics, Cybernetics and Computer Science (ICCS-2012). Scientific Papers of Donetsk National Technical University. Volume 14 (204). Donetsk, 2012. P. 6-14.

2. Варзар Р.Л., Анопrienко А.Я. Суперсенсорный компьютер для измерения и анализа параметров окружающей среды // Информатика и компьютерные технологии / Сборник трудов VIII международной научно-технической конференции 18-19 сентября 2012 г., Донецк, ДонНТУ. – 2012. В 2-х томах. Т. 2. С. 156-161.
3. Varzar R., Anopriyenko A. Supersensory computers for measurement and analysis of biologically dangerous factors of environment / Theoretical and Applied Aspects of Cybernetics - 2012 / Proceedings of the 2nd International Scientific Conference of Students and Young Scientists - Kyiv: "Bukrek", Taras Shevchenko national university of Kiev - 2012, p. 186-191.
4. Varzar R., Anopriyenko A. Supersensory computer: idea and architecture // Proceedings of the XIII International Conference on Applied Physics, 12-15 June 2013, Taras Shevchenko national university of Kiev. 2013. P. 230-231.
5. Аверин Г.В. О фундаментальных основах системодинамики: опытные факты, методология, приложения // «Интеллектуальный анализ информации» (ИАИ-2011). XI международная научная конференция имени Т. А. Таран. Сборник трудов. Киев, 17-20 мая 2011 г. С. 152-159.
6. Аверин Г.В. Об основаниях системодинамики // «Системный анализ и информационные технологии». Научные труды ДонНТУ. Донецк: ДонНТУ, 2011. №1. С. 6–52.
7. Варзар Р.Л., Харитонов А.Ю. Разработка и применение систем беспроводной связи для измерения параметров атмосферы // Комп'ютерний моніторинг та інформаційні технології – 2009 / Збірка матеріалів п'ятої всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців. – Донецьк, ДонНТУ – 2009, с. 124.
8. Анопrienко А. Я., Святный В. А. Универсальные моделирующие среды // Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Вып. 1. – Донецк: ДонГТУ. 1996. – 8-23 с.
9. Анопrienко А. Я., Святный В. А. Высокопроизводительные информационно-моделирующие среды для исследования, разработки и сопровождения сложных динамических систем // Научные труды Донецкого государственного технического университета. Выпуск 29. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» – Севастополь: «Вебер». – 2001. – 346-367 с.
10. Анопrienко О.Я., Абабнех Х., Забровський С.В., Малихін В.О. Особливості реалізації розподіленого моделюючого середовища для дослідження складних динамічних процесів // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» (МАП-2006). Выпуск 5 (116): Донецк: ДонНТУ, 2006. С. 190-198.
11. Anopriyenko A., John S., Al-Ababneh H. Simulation Tools and Services for Mobile Users: History, State-of-the-art and Future // Proceedings of the International Conference & Workshop on 3G GSM & Mobile Computing: An Emerging Growth Engine for National Development, 29-31 January, 2007. — College of Science and Technology, Covenant University, Canaan Land, Ota, Nigeria. 2007. P. 9-20.
12. Анопrienко А.Я. Ноографика и ноомоделирование // Материалы четвертой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 5-8 октября 2011 года, Донецк, ДонНТУ, 2011. С. 321-324.
13. Анопrienко А.Я. Будущее компьютерных технологий в контексте технической и кодо-логической эволюции // Вестник Инженерной Академии Украины. Теоретический и научно-практический журнал Инженерной Академии Украины. Выпуск 3-4, 2011. С. 108-113.

14. Аноприенко А.Я. Ноокомпьютинг и будущее информационно-компьютерной инфраструктуры // Міжнародний науковий конгрес з розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та розбудови інформаційного суспільства в Україні, м. Київ, 17-18 листопада 2011 р. Тези доповідей. С. 12-13.
15. Аноприенко А.Я. Исследования и разработки на факультете компьютерных наук и технологий // Материалы I всеукраинской научно-технической конференции «Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг (ИУС и КМ 2010)» – 19-21 мая 2010 г., Донецк, ДонНТУ, 2010. Т.1. С. 7-22.
16. Каргин А.А. Введение в интеллектуальные машины. Книга 1. Интеллектуальные регуляторы. – Донецк: Норд-Пресс, ДонНУ, 2010. – 526 с.
17. Болл Р.М., Коннел Дж. Х., Панканти Ш., Ратха Н., Сеньор Э. Руководство по биометрии. – Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.
18. Al Rabea A.I. Using Wireless Sensor Networks for Managing Telemedicine Applications // 2012 International Conference on System Engineering and Modeling (ICSEM 2012). IPCSIT vol. 34 2012 IACSIT Press, Singapore. P. 109-115.
19. Шмидт Э., Коэн Дж. Новый цифровой мир. Как технологии меняют жизнь людей, модели бизнеса и понятие государств. – М.: Манн, Иванов и Фербер. 2013. – 368 с.
20. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
21. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 360 с.: ил. (Серия «Программируемые системы»).
22. Барретт С.Ф., Пак Д. Дж. Встраиваемые системы. Проектирование приложений на микроконтроллерах семейства 68HC12 / HCS12 с применением языка С. — М.: Издательский дом «ДМКпресс», 2007. — 640 с.
23. Gavrilovska L., Krco S., Milutinovic V., Stojmenovic I., Trobec R. Application and Multidisciplinary Aspects of Wireless Sensor Networks. Concepts, Integration, and Case Studies. – London: Springer-Verlag London Limited, 2011. – 282 p.
24. Dargie W., Poellabauer C. Fundamentals of wireless sensor networks. Theory and practice. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2010. – 311 p.
25. Holger K., Andreas W. Protocols and architectures for wireless sensor networks. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 2005. – 497 p.
26. Бродин В. Б., Калинин А. В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики – М.: Издательство ЭКОМ, 2002. – 400 с.: илл.
27. Микросхемы АЦП и ЦАП. - М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2005. - 432 с.: ил. + CD. - (Серия "Интегральные микросхемы").
28. Беспроводной промышленный мониторинг. Интеллектуальные системы на базе сенсорных сетей. Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.ipmce.ru/img/release/is_sensor.pdf
29. Bröring A., Echterhoff J., Jirka S., Simonis I., Everding T., Stasch C., Liang S., Lemmens R. New Generation Sensor Web Enablement – Basel: Sensors Editorial Office, Sensors 2011, 11. P. 2652-2699.
30. Rothfusz L. The heat index (or, more than you ever wanted to know about heat index) (Technical Attachment SR 90-23) – Fort Worth: Scientific Services Division, National Weather Service, 1990.
31. Epstein Y., Moran D. S. Thermal Comfort and the Heat Stress Indices – Tokyo: Industrial Health. 2006, 44. P. 388–398.
32. Heat: A Major Killer. National Weather Service. Office of Climate, Water, and Weather Services. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nws.noaa.gov/os/heat/index.shtml>.
33. Дуденко М.В., Аноприенко А.Я. Расширенная реальность // Материалы III международной научно-технической конференции «Информатика и компьютерные технологии – 2007», 11-13 декабря 2007 года, Донецк, ДонНТУ, 2007. С. С. 106-109.

Как правильно ссылаться на данный доклад:

Анопrienко А.Я., Варзар Р.Л. Разработка прототипа суперсенсорного компьютера: особенности реализации и визуализации результатов измерений // Материалы пятой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 24-27 сентября 2013 года, Донецк, ДонНТУ, 2013. С. 218-229.