

Ієрархічні Інтернет-орієнтовані мікросерверні системи віддаленого збору та обробки експериментальних даних.
Иєрархические Интернет-ориентированные микросерверные системы удаленного сбора и обработки экспериментальных данных.
Hierarchical Internet-oriented microserver systems for remote experimental data acquisition and processing.

1. **Номер державної реєстрації теми – 0110U002423**
2. **Науковий керівник - д.т.н., проф. Туз Ю.М., Туз Ю.М, Tuz Yulian M.**
3. **Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Запропоновано підхід до створення системи віддаленого збору експериментальних даних у вигляді ієрархічної багаторівневої мережевої мікроконтролерної структури на базі технології вбудованих мікросерверів з стандартизованими апаратними та програмними протоколами інформаційного обміну між рівнями ієрархії. За результатами досліджень розроблено та виготовлено макет багатоканального інтелектуального логічного сенсора, що реалізує одержання інформації з первинних перетворювачів фізичних величин та підтримку стандарту інтелектуальних сенсорів IEEE-1451. На другому рівні ієрархії реалізована мережа інформаційних Ethernet-мікросерверів віртуальних вимірювальних блоків, що реалізують операції інформаційного обміну вимірювальних кластерів з мережею Ethernet на базі адаптованого до обчислювальних можливостей мікроконтролерних засобів стеку протоколів TCP/IP. На цьому ж рівні реалізовано мікросервери синхронізації, які використовують розроблену мікроконтролерну реалізацію протоколу RTP стандарту IEEE-1588 для синхронізації внутрішніх годинників вимірювальних кластерів з центральним годинником системи. Для третього рівні ієрархії розроблено комутаційний Ethernet-мікросервер, що забезпечує централізований доступ клієнтів до системи збору експериментальних даних та реалізує базові протоколи прикладного рівня мережі Інтернет. Четвертий рівень ієрархії утворюють розроблені клієнтські робочі місця з можливістю віддаленого Інтернет/Інтранет доступу до розподіленої системи збору даних. За результатами досліджень розроблені та виготовлені експериментальні зразки елементів системи та дослідний макет системи в цілому. Розроблено вбудоване програмне забезпечення мікросерверних та мікроконтролерних модулів збору даних та комплекс програм диспетчерського рівня.

Побудова системи ієрархічних мереж віртуальних вимірювальних блоків на основі стандартів інтелектуальних сенсорів IEEE-1451 забезпечила можливості реконфігурації та функціональної перебудови у випадку виникнення часткових відмов, уніфікацію та модульність апаратно-програмних засобів, спрощення компоновки та модернізації системи, можливість максимального використання комерційних серійних розробок. Використання мікроконтролерних засобів дозволила суттєво зменшити вартість віддаленого Інтернет-доступу до обладнання, зменшити масогабаритні показники та енергоспоживання системи порівняно з комп'ютерними архітектурами.

(рос.)

Предложен подход к построению системы удаленного сбора экспериментальных данных в виде иерархической многоуровневой сетевой микроконтроллерной структуры на базе технологии встроенных микросерверов со стандартизованными аппаратными и программными протоколами информационного обмена между уровнями иерархии. По результатам исследований разработан и изготовлен макет многоканального интеллектуального логического сенсора, который реализует получение информации от первичных преобразователей физических величин и поддержку стандарта интеллектуальных сенсоров IEEE-1451. На втором уровне иерархии реализована сеть информационных Ethernet-микросерверов виртуальных измерительных блоков, которые реализуют операции информационного обмена измерительных кластеров с сетью Ethernet на базе адаптированного к вычислительным возможностям микроконтроллерных средств стека

протоколов TCP/IP. На этом же уровне реализованы микросерверы синхронизации, которые используют разработанную микроконтроллерную реализацию протокола RTP стандарта IEEE-1588 для синхронизации внутренних часов измерительных кластеров с центральными часами системы. Для третьего уровня иерархии разработан коммуникационный Ethernet-микросервер, который обеспечивает централизованный доступ клиентов к системе и реализует базовые протоколы прикладного уровня сети Интернет. На четвертом уровне иерархии разработаны клиентские рабочие места с удаленным доступом к системе.

По результатам исследований разработаны и изготовлены макеты элементов системы и макет системы в целом. Использование технологии микросерверов позволило существенно уменьшить стоимость удаленного Интернет-доступа, уменьшить массогабаритные показатели и энергопотребление системы.

(англ.)

Hardware-software complex for development of distributed informational-measurement microcontroller systems with microserver Internet access based on hierarchical structures of multilevel measurement systems was developed. New structural and technical solutions for multilevel data acquisition systems were suggested. The system is built as a two-level microserver Ethernet-network of virtual measurement modules. Test samples of basic hardware/software tools were designed. The system allows Ethernet synchronization, using Sensor Plug-and-Play technology, supports such common digital interfaces as RS-232/485, SPI, 1-WIRE, I2C, provides microcontroller implementation of the TCP/IP stack and client applications made in LabVIEW and JAVA.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

1. Губар В.І., Терех В.В. Генератор-калібратор змінної напруги. Патент України на корисну модель №43567 від 25.08.2009 р.
2. Губар В.І., Колосов В.І. Вольтметр середньоквадратичної напруги. Патент України на корисну модель №46114 від 20.10.2009 р.
3. Губар В.І. Лінійний перетворювач змінної напруги в постійну. Патент України на корисну модель №42593 -2009 р.
4. Губар В.І. Ширококутний перетворювач змінної напруги в постійну. Патент України на корисну модель №41620 -2009 р.
5. Губар В.І. Спосіб перевірки лічильників електричної енергії. Патент України на корисну модель. Позитивне рішення №1997 від 28.12.2009 р.
6. Деклараційний патент на винахід 30988Аб МКІ G 01R 17/02. Туз Ю.М., Камінський В.Ю., Літвіх В.В. Спосіб відтворення синусоїдної напруги.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

На Україні не виробляються мікроконтролерні модулі збору з віддаленим Інтернет-доступом та підтримкою інтелектуальних сенсорів за стандартами IEEE-1451 та системи на їх основі. Тому рівень результатів роботи відповідає світовому рівню.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Впровадження результатів роботи для побудови інформаційно-вимірювальних систем з віддаленим доступом на базі микросерверних технологій замість комп'ютерів широкого призначення дозволить в 5-7 разів зменшити вартість обладнання та суттєво (в 6-8 разів) зменшити енергоспоживання та габарити пристроїв, Підтримка технології інтелектуальних сенсорів IEEE-1451 дозволить зменшити витрати на налаштування, конфігурацію, калібровку, що складають біля 20% витрат при розробці та впровадженні таких систем. Використання розробки для навчальних робочих місць замість серійних модулів збору інформації дозволить в 2-3 рази зменшити вартість лабораторних робочих місць та значно спростить створення лабораторій з віддаленим доступом до обладнання для дистанційного навчання.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Результати роботи можуть застосовуватись підприємствами-розробниками засобів промислової автоматизації, інформаційно-вимірювального обладнання, випробувальних та

стендових систем, промислових систем контролю та дефектоскопії, медичного обладнання. Зокрема, такими відомими виробниками засобів промислової автоматизації як ВАТ “Меридіан” ім. С.П. Корольова (м. Київ), ТОВ “ПРОМСАТ” (м. Київ), ТОВ “Науково-виробниче підприємство “Імпульс” (м. Запоріжжя).

8. Стан готовності розробки.

Розроблено апаратно-програмне забезпечення та виготовлені макети обладнання, відпрацьовані відповідні технології і розроблені технологічні рекомендації щодо ефективного застосування експериментального обладнання.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи впроваджено в навчальний процес при викладанні курсів “Мікропроцесорні системи” (розділ “Проектування комп’ютерних технічних засобів сполучень”) та “Комп’ютерні засоби вимірювань” (розділ “Проектування спеціалізованих мережевих систем”). Розроблено лабораторну роботу “Дослідження функціонально-орієнтованих систем обробки експериментальних даних на базі процесорів змішаного сигналу SiLabs” (курс “Мікропроцесорні системи”). За матеріалами роботи підготовлена докторська дисертація за темою: “Багаторівневі інформаційні технології проектних досліджень складних технічних об’єктів”; захищена кандидатська дисертація за темою: “Організація систем експериментального дослідження стабільності відтворення еталонної напруги змінного струму”. Результати розробки використовуються спільно з ТОВ “Майндспід Текнолоджіз Україна”(м. Київ) в рамках виконання робіт за договором на науково-технічну продукцію для організації віддаленого тестування елементів телекомунікаційних пристроїв. Розроблені апаратно-програмні рішення застосовуються сумісно з підприємством ТОВ “Фірма ІТС” (м.Київ) для дистанційного моніторингу стану технічних об’єктів на базі мікросерверних технологій. Це дозволило зменшити вартість обладнання та суттєво (в 6-8 разів) зменшити енергоспоживання та габарити пристроїв. .

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ”КПІ”, НДІ автоматизації експериментальних досліджень,
(044) 406-82-20, e-mail: tuz@aer.ntu-kpi.kiev.ua

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Скиданов Е.В. Універсальний мережевий модуль збору експериментальних даних // Збірник тез доповідей науково-технічної конференції викладачів, науковців, аспірантів, студентів факультету авіаційних та космічних систем, м.Київ, ФАКС, НТУУ “КПІ”.- 2010.-С.16
2. Туз Ю.,Вдовиченко А. Система вимірювання і дослідження електричних параметрів в елементах енергозощаджувальних перетворювачів енергії // Метрологія та прилади, 2010. №6.- С.18-21.
3. Туз Ю.М.,Кривченкова О.М. Интерполяционный метод измерения переменного напряжения путем термокомпарирования в среде LabVIEW // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments 2010: Сборник трудов IX научно-практической конференции. – М.: РУДН, 3-4 декабря 2010.
4. Туз Ю.М.,Кривченкова О.М., Синьоока О.В. Похибки термокомпарування із застосуванням методів апроксимації // Механіка гіроскопічних систем. Науково-технічний збірник. Випуск 21. – Київ, ВД "ЕКМО", 2010.-С.49-63.
5. Туз Ю.М.,Добролюбова М.В. Ульянова А.А. Оптимізація часу термокомпарування // Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. Випуск 5 (86). – Харків, 2010.- С.139-144.
6. Konotop D., Budinska I., Zinchenko V., Gatial E. Multi-agent conception of modern aircraft desing // WIKT – 2010. GCCP - 2010. Bratislava: Instinute informatics SAS. – p. 125 – 129.
7. Zinchenko and othe. The technology of information security in grid computing systems// GCCP -2010. Bratislava: Instinute informatics SAS. – p. 56 – 59.

8. Кокотенко Б.В., Богомазов С.А. Мікросерверний інтернет-доступ до промислових LIN-мереж // Збірник тез доповідей науково-технічної конференції викладачів, науковців, аспірантів, студентів факультету авіаційних та космічних систем, м.Київ, ФАКС, НТУУ “КПІ”.- 2010.-С .13
9. Дорофеев П.М., Богомазов С.А. Організація віддаленого доступу до обладнання на основі мікросервера SiLabs // Збірник тез доповідей науково-технічної конференції викладачів, науковців, аспірантів, студентів факультету авіаційних та космічних систем, м.Київ, ФАКС, НТУУ “КПІ”.- 2010.-С .12
10. Феоктістов А.А. Організація віртуальних приладів збору даних на основі JAVA – технологій // Збірник тез доповідей науково-технічної конференції викладачів, науковців, аспірантів, студентів факультету авіаційних та космічних систем, м.Київ, ФАКС, НТУУ “КПІ”.- 2010.-С .14
11. Климчук М.М. Синхронізація мікроконтролерних вимірювальних Ethernet систем за протоколом RTP // Збірник тез доповідей науково-технічної конференції викладачів, науковців, аспірантів, студентів факультету авіаційних та космічних систем, м.Київ, ФАКС, НТУУ “КПІ”.- 2010.-С .15
12. Бондар Ю.І., Зінченко В.П. Приклади та інженерні технології визначення зовнішніх навантажень на несучі поверхні літака // IX Міжнар. науково - техніч. конф. “Приладобудування 2010 – стан і перспективи”. Зб. тез допов. – К.: НТУУ “КПІ”, ПФФ, 2010. – С. 112.
13. Зинченко В.П., Зинченко Н.П., Миронова Е.В. Исследование средств и методов обработки экспериментальных данных// IX Міжнар. науково - техніч. конф. “Приладобудування 2010 – стан і перспективи”. Зб. тез допов. – К.: НТУУ “КПІ”, ПФФ, 2010. – С. 111 – 112.
14. Зинченко В.П., Зинченко С.В., Шиков М.В., Концепция системы контроля облечения самолета // IX Міжнар. науково - техніч. конф. “Приладобудування 2010 – стан і перспективи”. Зб. тез допов. – К.: НТУУ “КПІ”, ПФФ, 2010. – С. 112. – 113.
15. Зинченко В.П., Зинченко Н.П., Миронова Е.В. Исследование средств и методов обработки экспериментальных данных // Наук.– технік. конф. виклад., науковців, аспірантів та студентів ФАКС 17 – 19 травня 2010 року. Зб. тез доп. – К.: НТУУ «КПІ», ФАКС, 2010. - С. 35 – 36.
16. Ходанкова О.В., Зинченко В.П. Информационно - измерительная система микроспутника на базе модуля Helios Development Kit // Наук.– технік. конф. виклад., науковців, аспірантів та студентів ФАКС 17 – 19 травня 2010 року. Зб. тез доп. – К.: НТУУ «КПІ», ФАКС, 2010. - С. 49 – 50.
17. Зінченко В.П., Зінченко С. В., Конотоп Д.І., Борисов В. В. Проблеми оптимізації компоновки складного технічного об’єкту // II наук. конфер. магістрів та аспірантів присвячена 20-річчю факульт. приклад. математ. 14 – 16 квітня 2010 року. Збір. допов. – м. К.: НТУУ “КПІ”, ФПМ, 2010. – С. 64. – 67.
18. Збруцький О.В., Зінченко В.П., Рижков Л.М. Створення на базі мікросупутників космічних мікролабораторій // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки – GEO-UA2010 / II Всеукраїнська конференція з запрошенням закордонних учасників м. Київ 14 – 17 червня 2010 року. Матер. допов. - К.: Освіта України, 2010. - С. 72 – 73.
19. Літвіх В.В., Богомазов С.А., Шумков Ю.С., Назаренко А.О. Аналіз алгоритмів вимірювання похибки різнополярності перетворювачів напруги термоелектричних // Механіка гіроскопічних систем: Наук.-техн.сб.-Київ, 2010.-Вип.21.-С.84-93.
20. Васильков Д.Л., Богомазов С.А. Система сбора информации на базе мобильных технологий // Гіротехнології та конструювання літальних апаратів: Тези доповідей учасн. XIV наук.-техн. конф. студ. та молодих учених -К.: “Політехніка”, 2011.-С.15.

21. Іващенко С.А., Богомазов С.А. Система збору вимірювальної інформації на базі PLC// Гіротехнології та конструювання літальних апаратів: Тези доповідей учасн. XIV наук.-техн. конф. студ. та молодих учених -К.: “Політехніка”, 2011.-С.31.
22. Коваленко В.О., Богомазов С.А. Організація віддаленого моніторингу технічних об’єктів на базі вбудованого WEB-сервера CORTEX-M3 // VIII міжнародна науково-технічна конференція “Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки”: Збірка доповідей. К.: НТУУ “КПІ”, 2011.- С. 51-55.
23. Іващенко С.А., Богомазов С.А. Система віддаленого моніторингу блоків сонячних батарей через Internet// VIII міжнародна науково-технічна конференція “Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки”: Збірка доповідей. К.: НТУУ “КПІ”, 2011.- С.39-44.
24. Кокотенко Б.В., Дорофєєв П.М., Виноградов В.В., Богомазов С.А. Система моніторингу багатомодульної сонячної електростанції на базі PLC-технології // VIII міжнародна науково-технічна конференція “Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки”: Збірка доповідей. К.: НТУУ “КПІ”, 2011.- С.56-61.
25. Феоктістов А.А., Богомазов С.А. Алгоритм кореляційної синхронізації для оцінки експериментів з подальшою обробкою даних // VIII міжнародна науково-технічна конференція “Гіротехнології, навігація, керування рухом та конструювання авіаційно-космічної техніки”: Збірка доповідей. К.: НТУУ “КПІ”, 2011.-С.167-170.