

Методи підвищення пропускної здатності епізодичних радіомереж із використанням телекомунікаційних аероплатформ

Методы повышения пропускной способности эпизодических радиосетей с использованием телекоммуникационных аероплатформ

Methods of increasing of wireless ad-hoc networks throughput using telecommunication aerial platforms

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0113U001627, НТУУ «КПІ»-2625п.**
- 2. Науковий керівник -** д.т.н., проф. Лисенко О.І., Лысенко А.И., Lysenko Olexandr I.
- 3. Суть розробки, основні результати.**

(укр.)

Розроблено метод оперативного планування та перепланування топології мережі телекомунікаційних аероплатформ, що дозволяє за рахунок оптимального розміщення безпілотних літальних апаратів у просторі створити таку структуру мережі, що має більшу пропускну здатність. Розроблено метод оперативного розгортання мережі телекомунікаційних аероплатформ, що дозволяє за рахунок застосування безпроводових сенсорних мереж оперативно збирати дані про поточні координати мобільних абонентів та за рахунок спеціально розроблених пристроїв дистанційного керування скеровувати положення безпілотних літальних апаратів для досягнення заданої пропускної здатності мережі. Розроблено метод оперативного управління мережею телекомунікаційних аероплатформ, що дозволить за рахунок адаптивного управління процедурами множинного доступу, обробки та маршрутизації даних на борту попередньо розміщених безпілотних літальних апаратів підлаштовуватись під заданий тип і рівень трафіку і таким чином ще збільшити значення пропускної здатності мережі. Розроблено метод адаптивного синтезу оптимального за енерговитратам закону керування малорозмірним безпілотним літальним апаратом літакового типу, який використовується в якості висотної ретрансляційної аероплатформи для епізодичних радіомереж, що відрізняється комбінацією методу функцій Ляпунова та градієнтного методу побудови адаптивних систем, в залежності від інтенсивності зовнішніх стохастичних збурень та швидкості зміни параметрів об'єкту керування. На базі запропонованих методів розроблено експериментальний зразок адаптивної системи дистанційного керування, навігації та орієнтації телекомунікаційної аероплатформи у просторі для досягнення заданих показників функціонування епізодичної мережі.

(рос.)

Разработан метод оперативного планирования и перепланирования топологии сети телекоммуникационных аэроплатформ, что позволяет за счет оптимального размещения беспилотных летательных аппаратов в пространстве создать такую структуру сети, которая имеет большую пропускную способность. Разработан метод оперативного развертывания сети телекоммуникационных аэроплатформ, что позволяет за счет применения беспроводных сенсорных сетей оперативно собирать данные о текущих координатах мобильных абонентов и за счет специально разработанных устройств дистанционного управления направлять положение беспилотных летательных аппаратов для достижения заданной пропускной способности сети. Разработан метод оперативного управления сетью телекоммуникационных аэроплатформ, что позволит за счет адаптивного управления процедурами множественного доступа, обработки и маршрутизации данных на борту предварительно размещенных беспилотных летательных аппаратов подстраиваться под заданный тип и уровень трафика и таким образом еще увеличить значение пропускной способности сети. Разработан метод адаптивного синтеза оптимального по энергозатратам закона управления малоразмерным беспилотным летательным аппаратом самолетного типа, который используется в качестве высотной ретрансляционной аэроплатформ для эпизодических радиосетей, отличающийся комбинацией метода функций Ляпунова и

градиентного метода построения адаптивных систем, в зависимости от интенсивности внешних стохастических возмущений и скорости изменения параметров объекта управления. На базе предложенных методов разработан экспериментальный образец адаптивной системы дистанционного управления, навигации и ориентации телекоммуникационной аэроплатформ в пространстве для достижения заданных показателей функционирования эпизодической сети.

(англ.)

It is proposed a method for operational planning and re-planning of telecommunication aeroplatform network topology that allows through the optimal placement of drones in space to create such a network structure, which has a large throughput. It is proposed a method for the rapid deployment of telecommunication aeroplatform networks that allows using wireless sensor networks quickly gather data about the current coordinates of mobile subscribers and through a specially designed remote control devices to direct the position of unmanned aerial vehicles to achieve the desired throughput. It is proposed a method for operational control of telecommunication aeroplatform network that will allow through adaptive management procedures of multiple access, processing and routing data on a board of previously placed unmanned aerial vehicles to adapt to a given type and level of traffic and thus even increase the value of the network throughput. It is proposed a method for the synthesis of adaptive optimal law energy consumption control of small aircraft type UAV, which is used as a high-altitude relay aeroplatform for ad-hoc radio networks, characterized by a combination of the method of Lyapunov functions and gradient method of adaptive systems, depending on the intensity of external stochastic disturbances and the rate of change of the parameters of control object. On the basis of the proposed methods it is developed an experimental model of adaptive remote control system, navigation and orientation in space of telecommunications aeroplatform to achieve the desired indicators for the ad-hoc network.

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

- Патент на корисну модель № 86752. Спосіб забезпечення високої пропускної здатності епізодичної радіомережі. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.01.2014. Автори: Романченко І.С., Данилюк С.Л., Лисенко О.І., Семенченко А.І., Чумаченко С.М., Валуйский С.В., Кірчу П.І.
- Патент на корисну модель № 91443. Спосіб зниження енерговитрат польоту безпілотного літального апарата. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.07.2014. Автори: Романченко І.С., Данилюк С.Л., Лисенко О.І., Семенченко А.І., Чумаченко С.М., Валуйский С.В., Кірчу П.І., Тачиніна О.М., Шмаров В.М., Новіков В.І.
- Патент на корисну модель № 91812. Система стабілізації безпілотного літального апарата на траєкторіях баражування. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.07.2014. Автори: Романченко І.С., Данилюк С.Л., Лисенко О.І., Семенченко А.І., Чумаченко С.М., Валуйский С.В., Кірчу П.І., Тачиніна О.М., Шмаров В.М., Новіков В.І.
- Патент на корисну модель № 93824. Спосіб стабілізації безпілотного літального апарата на траєкторіях баражування. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.10.2014. Автори: Романченко І.С., Данилюк С.Л., Лисенко О.І., Семенченко А.І., Чумаченко С.М., Валуйский С.В., Нікулін О.Ф., Тачиніна О.М., Шмаров В.М., Новіков В.І.
- Патент на винахід № 106939. Спосіб забезпечення високої пропускної здатності епізодичної радіомережі. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 27.10.2014. Автори: Романченко І.С., Данилюк С.Л., Лисенко О.І., Семенченко А.І., Чумаченко С.М., Валуйский С.В., Кірчу П.І.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Розробка відповідає світовому рівню. Перевага нових методів над існуючими аналогами полягає в тому, що вона дозволяє вирішувати задачу управління положенням телекомунікаційних аероплатформ для підвищення пропускної здатності мережі у режимі реального часу, протягом одиниць/десятків секунд на відміну від одиниць/десятків хвилин

при застосуванні існуючих методів. Розроблено технології створення комплексу програмно-технічних засобів проектування, розгортання та оперативного управління мережею телекомунікаційних аероплатформ для забезпечення зв'язності та якості обслуговування мобільних абонентів епізодичних радіомереж.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Застосування розроблених методів дозволить збільшити пропускну здатність епізодичної радіомережі (у середньому на 15-20%), знизити паливні витрати малих БПЛА (у середньому на 13-15%), підвищити оперативність планування та перепланування мережі на порядок; зменшити вартість створення телекомунікаційної мережі в зоні стихійного лиха, що проектується у середньому до 10% в порівнянні з кращими раніш відомими методами.

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

Розробка буде актуальною для вирішення задач Міністерства оборони України (оперативний зв'язок в мобільних підрозділах; дистанційний моніторинг базування та пересування військової техніки та особового складу супротивника; дистанційний моніторинг стану здоров'я та боєздатності особового складу військових підрозділів ЗСУ), Державної прикордонної служби України (покращення контролю та охорони державного кордону, берегової лінії та морських акваторій України), Державної служби України з надзвичайних ситуацій (моніторинг стану потенційно-небезпечних об'єктів критичної інфраструктури в зоні проведення антитерористичної операції; підвищення ефективності пошуково-рятувальних робіт) та ін.

8. Стан готовності розробки.

Розроблені та виготовлені лабораторні зразки обладнання сенсорної епізодичної мережі та системи дистанційного управління БПЛА, відпрацьовані відповідні технології і розроблені технологічні рекомендації щодо ефективного застосування експериментального обладнання. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового обладнання і впровадження їх у промислове виробництво.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати розробки використовуються спільно з Українським науково-дослідним інститутом цивільного захисту ДСНС України у рамках виконання робіт за договором про співпрацю №17-2003 від 25 грудня 2013р. для макетування процесів конфігурації мереж зв'язку із використанням сучасних протоколів.

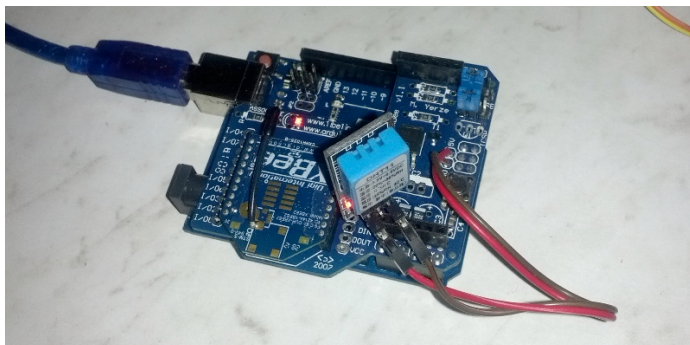
Результати роботи впроваджено в навчальний процес при розробці нового кредитного модулю «Сенсорні телекомунікаційні мережі», при викладанні курсу «Спеціальні розділи математики» (нові лекції та практичні заняття за темами: «Приклади застосування теорії масового обслуговування в інформаційно-телекомунікаційних системах», «Параметрична надійність технічних об'єктів», «Зв'язок показників надійності та якості функціонування технологічних систем», «Нелінійне програмування»), курсу «Теорія прийняття рішень та системний аналіз» (нова лекція «Прийняття рішень за умов багатокритеріальності. Методи переведення критеріїв в обмеження та послідовних поступок», новий комп'ютерний практикум «Оптимізація мобільної телекомунікаційної системи із використанням векторного критерію»). Розроблено нові лабораторні роботи з дисципліни «Екологічна безпека телекомунікацій» («Початок роботи з програмованою платою Arduino в ОС Windows», «Передача даних між парою модулів XBee Series 2», «Побудова безпроводової сенсорної мережі ZigBee для моніторингу параметрів навколишнього середовища»).

10. Назва організації, телефон, E-mail

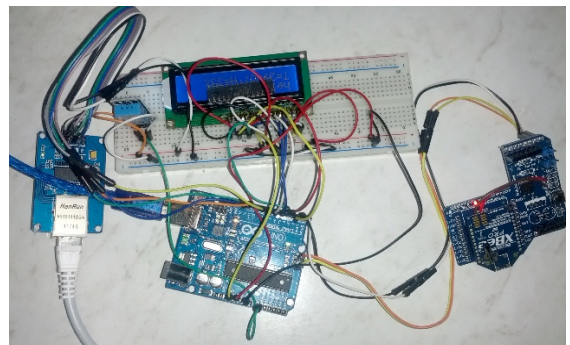
НТУУ "КПІ", Інститут телекомунікаційних систем, кафедра телекомунікацій,
(044) 454-98-11, its_tk@ukr.net

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання

1. Lysenko O.I. Increasing of MANET throughput using quasi-optimal UAVs placement control / O.I. Lysenko, I.V. Uryadnikova, S.V. Valuiskyi, S.M. Chumachenko, P.I. Kirchu, A.I. Semenchenko // Military & Science. – 2013. – vol. 1. – P. 24 – 34.
2. O. Lysenko. Optimal control of telecommunication aeroplatform in the area of emergency / O. Lysenko, S. Valuiskyi, P. Kirchu, A. Romaniuk // Telecommunication Sciences. – 2013. – vol. 4. – № 1. – P. 14 – 20.
3. Валуйський С.В. Метод підвищення продуктивності мобільних радіомереж / С.В. Валуйський // Наука і техніка повітряних сил Збройних сил України. – 2013. – №1(10). – С. 104 – 110.
4. Лисенко О.І. Методика оцінки показників функціонування епізодичних радіомереж із телекомунікаційними аероплатформами / О.І. Лисенко, С.В. Валуйський, А.В. Романюк // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка». – 2013. – Вип.6. – С. 52 – 67.
5. Гурник А.В. Застосування інтелектуальної сенсорної техніки для моніторингу та пошуково-рятувальних робіт / А.В. Гурник, С.В. Валуйський // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2013. – Вип.3/9(63). – С. 27 – 32.
6. Валуйський С.В., Димид М.Д. Методика оцінки верхньої межі пропускної здатності безпроводових сенсорних мереж ZigBee // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка». – 2014. – Вип.7. – С. 16–24.
7. Валуйський С.В., Романюк А.В., Петрова В.Н. Вдосконалений метод підвищення пропускної здатності епізодичних радіомереж з управлінням положенням телекомунікаційних аероплатформ // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка». – 2014. – Вип.7. – С. 25–34.
8. Чумаченко С.М., Валуйський С.В., Тесленко О.М., Лисенко О.І. Концепція автоматизованої краудсорсингової системи моніторингу надзвичайних ситуацій на об'єктах критичної інфраструктури міста // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка». – 2014. – Вип.8. – С. 157–163.
9. Лисенко О.І., Тачиніна О.М. Математическая постановка задачи оптимизации движения группы летающих роботов на базе беспилотных летательных аппаратов // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка». – 2014. – Вип.7. – С. 93–99.
10. Новіков В. І. Модель безпроводового каналу сенсорної мережі в умовах великомасштабних завмирань і випадкового розкиду параметрів прийомопередавачів // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка». – 2014. – Вип.7. – С. 143–152.
11. Прищеп Т.О. Застосування сенсорних телекомунікаційних систем в умовах надзвичайних ситуацій // Науковий вісник Академії муніципального управління. Збірник наукових праць. Серія «Техніка». – 2014. – Вип.7. – С. 153–156.



а) Передавальна частина



б) Приймальна частина

Рис.1. Лабораторні зразки вузлів сенсорної епізодичної радіомережі



Рис.1. Лабораторний зразок системи дистанційного керування БПЛА