

Технологія моніторингу стану та модернізації інженерних мереж з використанням програмно керованого автомобільного дрону

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано технологічне рішення для здійснення моніторингу стану та модернізації інженерних мереж (трубопроводів, телекомунікацій) з використанням програмно керованого (безпілотного) автомобільного дрону у складних місцях, недоступних для людей, що дозволяє здешевити та прискорити процес моніторингу та модернізації.

Ключові слова: автомобільний дрон, моніторинг, модернізація, інженерні мережі, телекомунікації, трубопроводи, складно доступні місця.

Abstract

A technological solution to monitor the status and upgrade utilities (pipelines, telecommunications) using software controlled (unmanned) car Drona in difficult reach people, which allows to reduce the cost and expedite the process of monitoring and upgrading.

Keywords: car drone, monitoring, modernization, network engineering, telecommunications, pipelines, hard to reach areas.

Постановка задачі

Сучасний світ не можливий без інженерних мереж: електромережі, трубопроводи (водопроводи, каналізація та ін.), телекомунікаційні мережі (передусім, оптоволоконні Інтернет-кабелі) тощо. При цьому, більшість із них розташовується у складно доступних для людини місцях. Існує багато технологій для автоматичного дистанційного контролю стану цих мереж [1–4]. Крім того, існує багато спеціальної апаратури для проведення моніторингу стану інженерних мереж як ззовні, так і всередині [5–7]. Однак, досі існують ситуації, коли традиційні технології не дають можливості швидко і дешево вирішити проблему.

Наприклад, як здійснити моніторинг стану водопровідної труби середнього діаметру (400 мм) всередині (виявити найбільш проблемні місця, потенційні місця проривів та ін.). В такі труби не всяку апаратуру можна завести, але їх проблеми, у той же час, можуть мати значні наслідки (значна кількість сімей може лишитись без води чи каналізації). Звичайно, існує спеціальна апаратура для дистанційного обстеження будь-яких труб, але вона дорога і, тому, недоступна для багатьох підприємств. Звичайно, для об'єктів підвищеної небезпеки (хімічних, нафто- і газопроводів) слід використовувати тільки спеціальну апаратуру, але для, наприклад водоканальних, підприємств слід шукати більш дешеві варіанти.

Інша проблема є з прокладанням нових інженерних мереж малої ваги. Наприклад, як швидко і дешево прокласти Інтернет-кабель поверх наявної навісної стелі у великому приміщенні складної конфігурації за наявності на шляху прокладання багатьох світильників, вентиляційного обладнання?

Пошук відповіді на ці та подібні запитання і є метою даного дослідження.

Розв'язання задачі

Усі описані вище проблеми моніторингу стану та модернізації інженерних мереж пропонується вирішувати з використанням автомобільних дронів, які рухаються по поверхні на основі колісного, гусеничного чи іншого приводу. Звичайно, сама така ідея не є новою, але технологічні рішення досі не відпрацьовані і потребують удосконалення за критерієм «Швидкість/Ціна», тобто найбільша швидкість надійного вирішення проблеми за найменшу ціну.

Автодрони бувають пілотовані та безпілотні.

На практиці досить поширеним рішенням є використання саме пілотованого дрону, коли апарат рухається, а оператор, дивлячись на свій монітор, керує його діями. Таке рішення є оптимальним за умови надскладних заздалегідь неформалізованих умов. Однак, в нього є ряд недоліків у порівнянні з безпілотним варіантом:

- 1) Менша швидкість, оскільки треба щоразу оцінювати обстановку, у порівнянні з дронами, які працюють за заданою програмою і рухаються за заданим маршрутом;
 - 2) Неможливість одному оператору керувати багатьма дронами одночасно, чого позбавлені наперед запрограмовані безпілотні варіанти;
 - 3) Більша вартість, ніж у безпілотного варіанту (вартість відеокамери, фар, пристрою передавання/прийому відео сигналу, спеціалізованого пульта керування для оператора та ін.) (хоча для вирішення деяких задач з моніторингу стану об'єктів відеокамера і фари можуть встановлюватись і на безпілотні варіанти теж);
 - 4) Більша вага (за рахунок відеокамери та пристрою передавання/прийому відеосигналу).
- Отже, оптимальним рішенням є використання безпілотних автодронів (БПАД) (рис. 1).

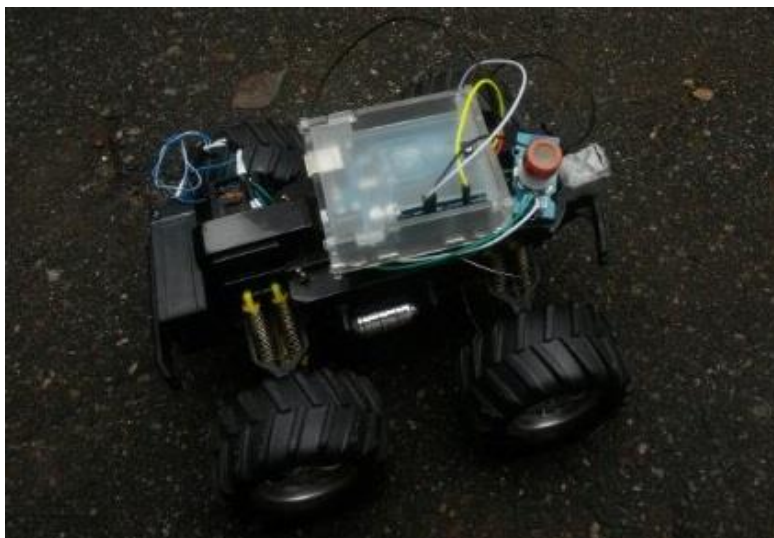


Рис. 1. Вигляд створеного авторами безпілотного автомобільного дрону

Звичайно, існують певні обмеження на використання БПАД на практиці, за яких бажано застосовувати інші технології та пристрої, основними з яких є такі:

- 1) Немає точних даних про параметри оптимального маршруту (немає точної тривимірної карти);
- 2) Є ймовірність наявності невідомих фізичних перешкод на маршруті руху дрону;
- 3) Складний рельєф маршруту, який важко відтворити без постійного ручного корегування руху дрону;
- 4) Підвищена пожежна та інша техногенна небезпека, за якої потрібне використання пілотованих варіантів та дорогої спеціальної техніки;
- 5) Ризик нанесення шкоди людям, що потребує використання пілотованих варіантів дронів;
- 6) Низька вантажопідйомність БПАД, що унеможливує використання важкого діагностичного обладнання.

Технологія моніторингу стану інженерних мереж з використанням БПАД

Для моніторингу стану інженерних мереж, передусім водопроводів, пропонується така технологія з використанням БПАД:

1. По ГІС інженерної мережі розраховується оптимальний маршрут руху БПАД;
2. БПАД оснащується необхідним діагностичним обладнанням;
3. Завантажується маршрут у програму керування дроном на смартфоні;
4. Під час руху по маршруту БПАД збирає необхідні дані та записує їх на флеш-пам'ять;
5. Отримані дані потім аналізуються і робляться висновки про результати моніторингу об'єкта.

Ця технологія була відпрацьована авторами на практиці на тестових прикладах (рис. 2). На БПАД встановлюється камера, необхідні датчики і, дистанційно керований оператором, дрон запускається у трубопровід. Він рухається по обраному маршруту і здійснює вимірювання. Дані вимірювань записуються на флеш-пам'ять для подальшого аналізу.



Рис. 2. Моніторинг зовнішнього стану внутрішньої поверхні водопровідної труби з використанням створеного авторами безпілотного автомобільного дрону

Технологія модернізації інженерних мереж з використанням БПАД

Для модернізації інженерних мереж, передусім прокладання нових ділянок кабелів у складно доступних умовах, пропонується така технологія з використанням БПАД:

1. По ГІС приміщення проектується схема прокладання інженерної мережі і розраховується оптимальний маршрут руху БПАД, який огинатиме відомі перешкоди;
2. БПАД оснащується необхідним обладнанням;
3. Завантажується маршрут у програму керування дроном на смартфоні;
4. Під час руху по маршруту БПАД прокладає мережу, при цьому, за допомогою установленної на дроні камери, ведеться контроль за його рухом та запис відео на флеш-пам'ять.

Ця технологія була відпрацьована авторами на практиці на тестових прикладах (рис. 3).



Рис. 3. Прокладання телекомунікаційного кабелю у складно доступних умовах з використанням створеного авторами безпілотного автомобільного дрону

Висновки

Доведено, що оптимальним рішенням за критерієм «Швидкість/Вартість» для моніторингу стану та модернізації інженерних мереж є безпілотні автомобільні дрони. Запропоновано технологічні рішення ряду прикладних задач з їх використанням, перевірені на тестових прикладах з використанням створеного авторами програмно керованого безпілотного автодрону. Охарактеризовано переваги цих рішень, особливо для складно доступних місць, недоступних для людей, що дозволяє здешевити та прискорити процес моніторингу та модернізації інженерних мереж. Відзначено обмеження для застосування запропонованої технології та засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Федоренко К. Д. Визначення місць пошкоджень ліній електропередачі в розподільних електричних мережах / К. Д. Федоренко, С. В. Казанський // Міжнародний науково-технічний журнал "Сучасні проблеми електроенергетехніки та автоматики". – 2016. – С. 94-96.
2. Методи і засоби захисту від обриву проводу та пошук місця пошкодження в розподільній мережі зі складною топологією напр угою 6–35 кВ : монографія / П. Д. Лежнюк, М. В. Кутіна. — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 152 с.
3. Кутіна М. В. Ефективність застосування локаційного методу пошуку пошкоджень в системах електропостачання напругою 6–35 кВ / М. В. Кутіна // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – №. 3. – С. 75-79.
4. Коробка В. О. Автоматизована система моніторингу стану кабельних ліній 6-10 кВ / В. О. Коробка, О. В. Коробка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 164. – С. 50-51.
5. Виноградов А. В. Способ мониторинга технического состояния элементов воздушной линии электропередач / [А. В. Виноградов и др.] // Агротехника и энергообеспечение – 2014. – №. 3. – С. 64-68.
6. Попов Н. И. Динамические особенности мониторинга воздушных линий электропередачи с помощью квадрокоптера / Н. И. Попов, О. В. Емельянова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=12773>
7. Артамонов С. Б. Моделирование систем визначення місця пошкодження теплопроводу / С. Б. Артамонов // Математические машины и системы. – 2013. – №. 3. – С. 64-68.
8. Романенко В. Б. Моніторинг забруднення довкілля, природокористування, надзвичайних ситуацій та стану комунальних об'єктів з використанням провідних дронів (tethered drones) / В. Б. Романенко, В. Б. Мокін, К. І. Солоденко, А. В. Горпиніч, Л. Г. Коваль, В. І. Макогон // XV Міжнародна науково-практична конференція: Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: 3-6 жовтня 2016 р. – К., 2016. – С. 97–101.

Мокін Віталій Борисович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки Вінницького національного технічного університету, Вінниця, e-mail: vbmokin@gmail.com

Жуков Сергій Олександрович — кандидат технічних наук, доцент кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінниця, e-mail: sazhukov@gmail.com

Клішин Іван Вікторович — студент гр.СА-16б, Факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінниця.

Писаренко Олес Тарасович — студент гр.СА-16б, Факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінниця.

Mokin Vitalii Borysovych — Prof., Dr Hab. (Eng.), Head of the Department of Systems Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vbmokin@gmail.com

Zhukov Serhii Oleksandrovych — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Department of Systems Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphic, Vinnytsia, e-mail: sazhukov@gmail.com.

Klishyn Ivan Viktorovych — student of SA-16, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia.

Pysarenko Oles Tarasovych — student of SA-16, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia.