

AUTONÓM REPÜLŐ ROBOTOK ALKALMAZÁSA VÍZELVEZETŐ CSATORNÁK FELÜGYELETÉRE

USING AUTONOMOUS FLYING ROBOTS TO MONITOR CANALS

Anita SZABÓ^a

^a Subotica Tech – College of Applied Sciences, Marka Oreškovića 16, 24000, Subotica, Serbia; Faculty of Engineering, University of Pécs, e-mail: saboanita@gmail.com

Cite this article: Szabó, A. (2017). Autonóm repülő robotok alkalmazása vízelvezető csatornák felügyeletére. *Deturope*, 9(1): 130-137

Abstract

The weather change of the recent decades caused changes that can be felt in Vojvodina, too. In this economy which mostly relies on agriculture, farmlands are afflicted with floods one year and drought in another. To balance these, canal systems are already built. Because of the size of the canal network, its periodic monitoring requires huge amount of work and recourses. Our research investigates possibility of aerial monitoring of regional irrigation and drainage canals using drones. Autonomous flying robots are becoming more and more popular in recent years. This is happening because the technology they are based on is getting less expensive, quadcopters have broken into the consumer market, so the manufacturing costs are constantly decreasing. This enables them to be used both in research and in the industry without having to pay huge amounts of money. In this research, a commercially available quadcopter has been used to monitor water canals around the city. By design, the device has a built-in camera and wireless internet capabilities. These allow to take photos, record video and upload them to the controlling device. It is also possible to stream the live video to the device in real time. The controlling device can be a personal computer, a tablet or even a mobile phone. It is planned that the client software be extended with capability to upload video and photos to the cloud for later reference. Also, other sensors can be added to the device, too.

Keywords: quadcopter, robot, water, mapping, monitoring, cloud

Kivonat

Az utóbbi évtizedek éghajlati változásai már a Vajdaság területén is érezhető változásokat okoztak. A főleg mezőgazdasági iparra támaszkodó gazdaság számára fontos termőterületeket így egyes években belvíz, míg más években aszály sújtja. Ezen hatások ellensúlyozására a már kiépült csatorna hálózat hivatott. A csatornahálózat állapotának periodikus felügyelete annak mérete miatt igen erőforrás igényes. Kutatásunk a regionális öntöző és vízelvezető csatornák drónokkal való légi felügyeletét vizsgálja. Az autonóm robotok az utóbbi időben egyre olcsóbbak lettek. Ez részben azért történik, mert a felhasznált technológia egyre olcsóbb, másrészt a drónok betörték a fogyasztói piacra is, ezért az áruk csökken. Ez lehetővé teszi a felhasználásukat kutatásokban vagy az iparban anélkül, hogy nagyobb anyagi ráfordítás nélkül. Ebben a kutatásban egy, a piacon elérhető drónok került felhasználásra a város szerte megtalálható vízelvezető csatornák felügyeletére. A készülék gyárilag tartalmaz beépített kamerát és vezeték nélküli internethez szükséges alkatrészeket. Ezek lehetővé teszik azt, hogy képek és videofelvételek készüljenek, valamint azok feltöltését az irányító eszközre. Szintén lehetséges élő video közvetítése az eszközre valós időben. A vezérlőeszköz lehet PC, tablet, vagy akár mobiltelefon is. A jövőbeni tervek között szerepel a kliensszoftver kiegészítése úgy, hogy az elkészült videót fel tudja tölteni a felhőbe későbbi megtekintésre. Továbbá más érzékelők is hozzáadhatók az eszközökhöz.

Kulcsavak: drónok, robot, víz, térképezés, monitorozás, felhő

BEVEZETÉS

Az autonóm repülő robotok - drónok megjelenése rengeteg új lehetőséget teremtett. Az elektronika fejlődésének köszönhetően a megfigyelés rögzíthető és később kielemezhető. Az adatrögzítés és megosztás lehetővé teszi, hogy az adatok akár több különböző szakemberhez is eljussanak (Blaschke, 2010; Koh, és Wich, 2012).

Mára a kereskedelmi forgalomban kapható drónok olyan fejlettségi szintet értek el, hogy ezek már felhasználhatók tudományos munkában, kutatásokban, ipari feladatokra a személyes felhasználás és szórakoztatás mellett (Watts, Ambrosia, és Hinkley, 2012). A számítástechnika fejlődésével itt is megjelentek a lehetőségek, hogy képesek lehetünk felvételt készíteni, azt később elemezni és tárolni (Turner, Lucieer, és Watson, 2012).

Ábra 1 Drón kézi vezérlése



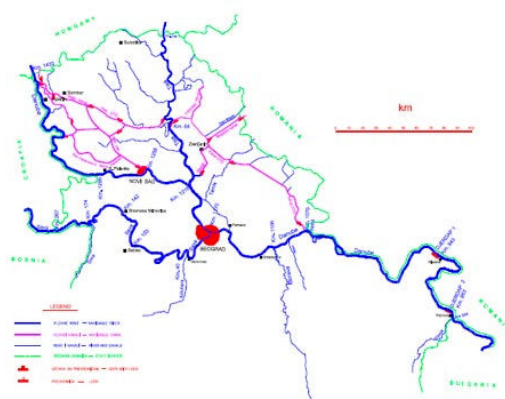
Hatalmas ugrás még az információ tároló felhő megjelenése, mely alkalmazásával a begyűjtött adatok több helyről is elérhetőek. Így azok különböző kutatók vagy intézetek számára egy időben rendelkezésre állnak (Kressler, Steinnocher, Franzen, 2005). A felhőben periodikusan tárolt adatok lehetőséget biztosítanak az időbeni változások áttekintésére. Ez magasabb szintre emelni a megoldást. Egyrészt a világ bármely részéről elemezhető az adatok, másrészt a feldolgozáshoz szükséges számítási teljesítmény is elérhető a felhőben, míg a drón fedélzeti számítási kapacitása ehhez nem elégséges.

Az új műszaki megoldások, lehetőségek, információs technológiai fejlesztések új ötletek megjelenését segítette elő. Ezeket kihasználva kutatások indultak, mint például lagúna élővilágának (Ramachandran, Ramesh, és Krishnamoorthy, 2000), erdő (Paneque-Galvez, McCall, Napoletano, Wich, és Koh, 2014), termőföldek megfigyelése (Rango, Laliberte, Herrick, Winters, Havstad, Steele, és Browning, 2009; Rozenstein, és Karnieli, 2011), árvíz veszély és -kár felmérése (Van der Sande, De Jong, De Roo, 2003). A műszaki fejlődés eredményei több területen is elősegítették a drón technológia elterjedését, úgy mint: az akkumulátorok kapacitásának jelentős megnövekedése, súly és méretcsökkentés mellett, amely a drónok levegőben tartózkodásának idejét növelték meg; az egy nyomtatott áramkörü

lapra integrált mikroszámítógépek tömeges termelése és hozzáférhető ára hozzájárult a drón irányításával megbízott központi egység méretcsökkenéséhez, az ehhez szükséges számítási igény biztosítása mellett; a digitális fényképezőgépek és a szintetikus lencsék fejlődése a kamerák méret- és súlycsökkenésével, valamint a képfelbontás és képminőség javulását hozták el (Gruen, és Beyer, 2001; Pierrot-Deseilligny, De Luca, és Remondino, 2011; Quilter, és Anderson, 2000).

A Vajdaságot átszelő két nagy folyó (Duna, Tisza) mellett árú szállítási célra mesterséges vízi út van kiépítve (Duna-Tisza-Duna csatorna). A főleg mezőgazdasági termőterületeket magába ölelő Vajdaság emellett kiépített öntözési és vízelvezetési csatorna hálózattal is rendelkezik.

Ábra 2 A Duna-Tisza-Duna vízügyi rendszere



Ezen vízügyi rendszer az utóbbi évtizedek időjárás változásai következtében még nagyobb jelentőségre tett szert, hiszen az aszályos és belvizes évek fokozottan és kiszámíthatatlanul jelentkeznek. A csatornák rendeltetésszerű működésének elengedhetetlen velejárója a rendszeres állapotfelmérés, hiszen a vízínövények elburjánzása vagy a partfal beomlása bármikor és bárhol megtörténhet.

CÉLOK ÉS ELJÁRÁSOK

A kutatás célja egy olyan drón rendszer megtervezése, megépítése és vizsgálata, amely képes önállóan, meghatározott útvonalon repülni egy vízelvezető csatorna felett, arról képet és videót készíteni. Elsődleges szempont az, hogy a mozgást a repülőgép külső vezérlés nélkül folytassa, azaz a művelet automatizálható legyen. Jelenleg a csatorna állapotfelmérése emberi megfigyeléssel történik.

A feladat megvalósításához nem lett építve drón, hanem egy kereskedelembe szabadon megvásárolható egység lett beszerezve. A kutatás célja egy vezérlő szoftver elkészítése volt. A szoftver feladatai: a drón és a földi vezérlőegység közötti vezeték nélküli kapcsolat megvalósítása, valamint a repülés paramétereinek (magasság, sebesség, gyorsulás, irány és akkumulátor állapot) telemetrikus továbbítása. A drón repülésének irányítását a földi személyzet végzi, vagy a telemetrikus adatok és az előre betáplált útvonal alapján a földi személyzetnél lévő vezérlőegység irányítja. A földi irányítóegység számolja ki a következő beavatkozáshoz szükséges értékeket, vagyis az elvárt mozgás irányának függvényében és a jelenlegi sebességvektorok alapján kiszámolja a drón egyes motorjainak kívánt fordulatszámát [Ullman, S. 1979], [Wolock, D.M., McCabe, G.J. 1995]. A szoftver szolgáltatásai közé tartozik a drón által rögzített álló- és mozgóképek továbbítása a földi fogadóeszközre.

A kutatáshoz a Microsoft fejlesztőrendszerei kerültek felhasználásra, valamint a cég által fejlesztett hardverplatformokra került kifejlesztésre a szoftver. A drón gyártója nyílt forráskódú SDK-t (Szoftverfejlesztési csomagot) szállít az eszközzel, így a fejlesztésnél nem kell alapszintű port- és protokoll programozással időt tölteni, hanem a könyvtári függvények kihasználásával a kívánságok szerinti vezérlőlogikát összeállítani, valamint a felhasználói felületet programozni.

A könyvtári függvények egyszerű használatát a drón egyenes vonalú repülésért felelős kódrészlet bemutatásával lehet demonstrálni.

EREDMÉNYEK

A kutatás során kifejlesztett vezérlőszoftver alkalmas a szabadon programozható drón irányítására. Ez jelenleg egy egyszerű útvonalat követését jelenti. A programozott útvonal a következő paraméterekkel bír:

- felszállás a kezdőpontból,
- 100m egyenes vonalú repülés,
- 45 fokos jobbra történő fordulás,
- 50 méter egyenes vonalú repülés,
- 45 fokos balra történő fordulás,
- 50 méter egyenes vonalú repülés,
- visszarepülés a kezdőpontba,
- leszállás.

A tesztrepülés során a földi irányítás parancsára több állókép felvétel is készült. A rendszer fel van készítve előre programozott automatikus vagy periodikus álló- vagy mozgókép rögzítésére a repülés során.

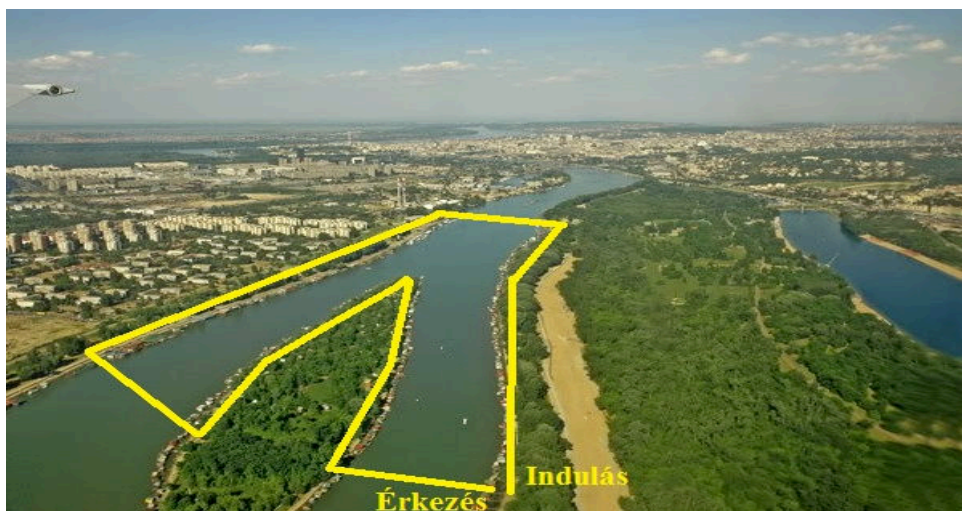
A drón levegőben történő mozgása során megfigyelhető volt a tehetetlenség miatt megjelenő továbbsodródásra. Ez olyankor jelentkezik, amikor a drónt egyenes vonalú repülés közben fordulásra utasítjuk. Az észlelt hiba kiküszöbölésére azt a módszert alkalmaztuk, hogy a kitűzött cél elérése előtt a drón már hamarabb elkezd csökkenti a sebességét, így a fordulási ponton már gyakorlatilag lebegési állapotban van.

TÁRGYALÁS

A felvázolt és kidolgozott megoldás több különböző helyzetben is alkalmazható. Az elsődleges cél ugyan a vízelvezető csatornák felügyelete volt, a fejlesztés közben felmerült még néhány alkalmazási mód, ami megoldható a leírt módszerekkel. Néhány lehetséges alkalmazási terület:

- Vadvédelmi parkokban az állatok, környezet és az emberi tevékenység megfigyelése. Mivel a fosszilis energiahordozókkal működő gépjárművek nagy zajt csapnak, ezzel megzavarják az állatokat (Dahdouh-Guebas, 2002; Langlois, Harvey, Fitzpatrick, Meeuwig, Shedrawi, és Watson, 2010). Megfigyelhető az állatok vonulása, az esetlegesen előforduló betegségek is nyomon követhetők lehetnek [Pelletier, Leleu, Mallet, Mou-Tham, Herve, Boureau, és Guilpart, 2012). Követhető akár a populáció egyedeinek a száma is (Pindozzi, Faugno, Okello, és Boccia, 2013). Az állatok mellett a növények is megfigyelhetők, például amennyiben valamilyen betegség megtámadja a terület fáit, ezek megfigyelése a levegőből jelentősen leegyszerűsítheti az észlelést (Landgrebe, 1980). Az orvvadászok is jobban megfigyelhetők a levegőből, azonnal videófelvétel készíthető a cselekményről, ami később bizonyíthatja a természetkárosítást.
- Folyó és állóvizek partjának légi megfigyelése (Perry, Mohamed, El-Rahman, Bowman, Kaddoura, Watts, 2008; Ramachandran, Sundramoorthy, Krishnamoorthy, Devasenapathy, és Thanikachalam, 1998). Strandok felügyelete nyáron. Reggel, mielőtt a fürdőzők megjelennek a drón át tud repülni a strand felett, át tudja azt vizsgálni. A drón felvételét felügyelő szakember pedig ki tudja értékelni, hogy sikerült-e a takarítóknak és a karbantartóknak feltakarítani illetve a nyugágyakat és a napernyőket elhelyezni.

Ábra 3 Járőrözés útvonala a folyóparton, a kikötő és strand felett



KÖVETKEZTETÉS

A kutatás befejeztével és a kísérletek elvégzésével azt a következtetést lehet levonni, hogy a tervezett megoldás elérte a kitűzött célokat.

A megtervezett vezérlőszoftver segítségével a drón képes önállóan repülni az előre meghatározott pályán, a bejelölt fordulópontoknál az eszköz el tud fordulni a megfelelő irányba.

A kifejlesztett felhasználói szoftver alkalmas videofelvétel készítésére és mentésére, valamint állóképek rögzítésére és azok tárolására.

A kutatás folytatásaként a begyűjtött képanyagot feldolgozó algoritmusok kidolgozása implementálására és alkalmazására nyílik lehetőség.

SUMMARY

The research shows a solution for patrolling over a specified area using drones, specifically quadcopters. The implemented method is capable of the following: to take off the drone, to fly into a specified direction and to turn at the given points to the direction it's told to. The itinerary can be programmed into the controlling software and can be modified until the take off of the device. Once it has happened, the itinerary cannot be changed and can be stopped only in case of emergency.

The software runs on Windows Phone and Windows 8, or newer versions of the operating system. According to the original plans, it uses the platform's capability of writing the same code for multiple architectures and multiple device form factors, with only minor if any changes. This also enables the software to store one data for multiple platforms. For example, itinerary can be done on the mobile phone and it is immediately visible on tablets or any other mobile phones used by the same user. The parts of the software where the most changes were required are the graphical elements, because the system renders elements designed for smaller screens differently compared to the elements that were designed for desktop computers with full size monitors.

The software always runs on the controlling device and never on the drone itself. The controller only sends commands towards the quadcopter every 250 milliseconds. After receiving the command, the drone

does not send any feedback about their arrival, so the solution has to constantly monitor the flight data, mostly the actual speed and the flight direction.

The drone has a 90 degrees angle of view camera, so the width of the set space is twice the altitude. Because of this, the software sets the altitude intelligently all by itself. For example if one wants to have an image which has eight meters of width on the ground, the computed height will be four meters. This also means that the height cannot be set manually, only the software can do it.

Because of the safety of the flight, perfect weather conditions must be met. This is provided by the weather module built into the software. The source of the data is Weather2Umbrella, which's API is capable to send the current weather conditions to the nearest point in case coordinates are sent.

The solution cannot be applied only to monitor irrigation canals but to any task where a graph has to be explored by the drone. Tasks like these can be monitoring wildlife parks or beaches.

It's important to note at the wildlife park monitoring system that in case the exploration is happening using a self driving robot, then the pollution from the internal combustion engines can be omitted on protected these areas. While in many cases to produce electrical power fossil fuel is burnt, it is critically important that it does not happen on areas which are turistically important. Likewise it's worth to say that the drone replaces the combined use of off road vehicles and boats in cases when only land based monitoring is insufficient. Again, parks covered by shallows can be monitored easily.

REFERENCIÁK

- Blaschke, T. (2010). *Object based image analysis for remote sensing*. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, Volume 65, Issue 1, pp. 2-16.
- Dahdouh-Guebas, F. (2002). *The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems*. Environ. Dev. Sustain. 4 (2), pp. 93-112.
- Gruen, A., Beyer, H.A. (2001). *System calibration through self calibration*. Calibration and orientation of cameras in computer vision. In: Gruen, Huang (Eds.), Springer Series In, Information Sciences 34, pp. 163–194.
- Kressler, F.P., Steinnocher, K., & Franzen, M. (2005). Object-oriented classification of *orthophotos to support update of spatial databases*. In: Geoscience and Remote Sensing Symposium, IEEE International, vol. 1, ISBN: 0-7803-9050-4.
- Koh, L.P., & Wich, S.A. (2012). *Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation*. Trop. Conserv. Sci. 5 (2), pp. 121-132.
- Landgrebe, D.A. (1980). *The development of a spectral-spatial classifier for Earth observational data*. Pattern Recognit. 12, pp. 165-175.
- Langlois, T. J., Harvey, E.S., Fitzpatrick, B., Meeuwig, J.J., Shedrawi, G., & Watson, D.L. (2010). *Cost-efficient sampling of fish assemblages: comparison of baited video stations and diver video transects*. Aquat. Biol. 9 (2), pp. 155-168.
- Pierrot-Deseilligny, M., De Luca, L., & Remondino, F. (2011). *Automated image-based procedures for accurate artifacts 3D modeling and orthoimage generation*. Geoinform.s FCE CTU J. 6, pp. 291–299.
- Pindozzi, S., Faugno, S., Okello, C., & Boccia, L. (2013). *Measurement and prediction of buffalo manure evaporation in the farmyard to improve farm management*. Biosyst. Eng. 115 (2), pp. 117–124.
- Pelletier, D., Leleu, K., Mallet, D., Mou-Tham, G., Herve, G., Boureau, M., & Guilpart, N. (2012). *Remote high-definition rotating video enables fast spatial survey of marine underwater macro fauna and habitats*. PLOS ONE 7 (2), e30536 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0030536>.
- Perry, J.H., Mohamed, A., El-Rahman, A.H., Bowman, W.S., Kaddoura, Y.O., & Watts, A.C. (2008). *Precision directly geo referenced unmanned aerial remote sensing system: performance evaluation*. Proceedings of the Institute of Navigation National Technical Meeting, San Diego, CA, USA, pp. 680-688.

- Paneque-Galvez, J., McCall, M.K., Napoletano, B.M., Wich, S.A., & Koh, L.P. (2014). *Small drones for community-based forest monitoring: an assessment of the irfeasibility and potential in tropical areas*. *Forests* 5 (6), 1481-1507.
- Quilter, M.C., & Anderson, V.J. (2000). *Low altitude/large scale aerial photographs: a tool for range and resource managers*. *Rangel. Arch.* 22 (2), 13-17.
- Ramachandran, S., Sundramoorthy, S., Krishnamoorthy, R., Devasenapathy, J., & Thanikachalam, M. (1998). *Application of remote sensing and GIS to Coastal Wetland Ecology of Tamilnadu and Andaman and Nicobar group of Islands with special reference to Mangroves*. *Curr. Sci.* 75 (3), 101-109.
- Ramachandran, S., Ramesh, S., & Krishnamoorthy, R. (2000). *Application of remote sensing and GIS in coastal Lagoonal ecosystem: a case study from Pulicat Lake, Southern India*. *Marine Remote Sensing Applications*. Institute for Ocean Management, Anna University, pp. 333-343.
- Rango, A., Laliberte, A., Herrick, J.E., Winters, C., Havstad, K., Steele, C., & Browning, D., (2009). *Unmanned aerial vehicle-based remote sensing for range land assessment, monitoring and management*. *J. Appl. Remote Sens.* 3, 1-15.
- Rozenstein, O., & Karnieli, A. (2011). *Comparison of methods for land use classification in incorporating remote sensing and GIS inputs*. *Appl. Geogr.* 31 (2), 533-544.
- Turner, D., Lucieer, A., & Watson, C. (2012). *An automated technique for generating geo rectified mosaics from ultra-high resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, based on structure from motion (SfM) point clouds*. *Remote Sens.* 4 (5), 1392-1410.
- Ullman, S. (1979). *The interpretation of structure from motion*. *Proc. R. Soc. Lond. B* 203, pp. 405-426.
- Van der Sande, C.J., De Jong, S.M., & De Roo, A.P.J. (2003). *A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment*. *Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinform.* 4 (3), pp. 217-229.
- Watts, A.C., Ambrosia, V.G., & Hinkley, E.A. (2012). *Unmanned air craft systems in remote sensing and scientific research: classification and considerations o fuse*. *Remote Sens.* 4 (6), pp. 1671-1692.
- Wolock, D.M., & McCabe, G.J. (1995). *Comparison of single and multiple flow direction algorithms for computing topographic parameters in TOPMODEL*. *Water Resour. Res.* 31, pp. 1315–1324.