

АГРЕГИРАНЕ НА УСЛУГИ, БАЗИРАНИ НА ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ, В ИНТЕГРИРАНИ МОБИЛНИ СИСТЕМИ ЗА МОНИТОРИНГ В ИНТЕРНЕТ СРЕДА

Георги Сотиров, Евгений Хубенов, Зоя Чифлиджанова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: ggotirov@mail.space.bas.bg*

Ключови думи: *Информационно-комуникационни системи, сензорни мрежи, изкуствен интелект, Интернет*

Резюме: *Съвременните интегрирани мобилни системи за мониторинг имат информационен и комуникационен ресурс, осигуряващ широк клас от задачи за събития, чието решаване надхвърля капацитета на системата за обслужване на обичайните дейности, осигуряващи деловата активност и защитата на обществото. Днес е широко разпространението на безпилотните авиационни системи и сателити, които предоставят публично достъпна информация, което налага необходимостта от изследвания и решения в областта на мрежите за безпилотни летателни апарати и тяхното управление. Мащабното внедряване на безжичните сензорни мрежи и събирането на информация с тях, водят до необходимостта от разглеждането на безпилотните летателни апарати или на съвкупност от тях като елементи на мрежи с възможност за изпълнение на функции, които са в приложния слой на мрежовия модел. В статията се предлагат съвременни иновационни решения за интегрирана мобилна система за мониторинг с елементи на изкуствен интелект в Интернет среда на база мобилна комуникационна-информационна система за събиране, агрегиране, обработка и презентиране в реално време на потоци от информационни обекти.*

AGGREGATION OF SERVICES BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, INTO INTEGRATED MOBILE MONITORING SYSTEMS IN A WEB ENVIRONMENT

Georgi Sotirov, Evgeni Hubenov, Zoya Chiflidzhanova

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: ggotirov@mail.space.bas.bg*

Keywords: *Information and communication systems, sensor networks, artificial Intelligence, Internet*

Abstract: *Modern integrated mobile monitoring systems have an information and communication resource, providing a wide class of tasks for events, the solution of which exceeds the capacity of the system to serve the usual activities that ensure business activity and the protection of society. Today, the proliferation of unmanned aerial systems and satellites that provide publicly available information necessitates the need for research and solutions in the field of unmanned aerial vehicle networks and their management. The large-scale implementation of wireless sensor networks and the collection of information with them lead to the need to consider unmanned aerial vehicles or a collection of them as elements of networks with the ability to perform functions that are in the application layer of the network model. The article offers modern innovative solutions for an integrated mobile monitoring system with elements of artificial intelligence in an Internet environment based on a mobile communication-information system for collecting, aggregating, processing and presenting in real time streams of information objects.*

Въведение

Информационните и комуникационни технологии (ИКТ) са сред стратегически важните сектори на националната икономика на всяка държава. Въвеждането на цифрови технологии, конвергенцията на мрежите за комуникация и информационните системи може значително да разшири възможностите за обмен на бизнес, образователна, научна и развлекателна

информация, да осигури глобализацията на икономическата дейност и интегрирането на икономиките на отделните държави в единна международна система [2, 4].

През последните десетилетия развитието на човечеството се съпътства от бързия прогрес на технологиите и нарастващото разпространение на цифрови устройства и услуги. Този напредък видимо се ускорява в резултат на напреднали технологии като изкуствен интелект (ИИ), роботика, биотехнологии и нанотехнологии.

Настоящият и бъдещият устойчив икономически растеж и обществено благосъстояние на Европа все повече се опират на стопанските ползи от обработката на данни. ИИ е едно от най-важните приложения на основаната на данни икономика. Днес повечето данни са насочени към потребителя и се съхраняват и обработват в централизирана инфраструктура „в облак“. За сметка на това голям дял от бъдещите и далеч по-богати данни, чийто източник ще бъдат промишлеността, предприятията и публичният сектор, ще се съхраняват и обработват в периферията на мрежата.

Интегрирани мобилни системи за мониторинг с елементи на изкуствен интелект в Интернет среда

Съвременните интегрирани мобилни системи (ИМС) за мониторинг по своята същност са комуникационно-информационни системи (КИС) с разпределен изчислителен ресурс, които осигуряват важни отрасли на националната икономика, сигурност, екологията и деловата активност на хората. Конвергенцията на информационни обекти и мрежова структура в информационно-центрирани мрежи позволява да се увеличи скоростта на обмен на информацията в реално време в състава на информационна им структура, включваща в географските си граници труднодостъпни райони. Освен комуникационни услуги с гарантирана достъпност и качество, системата за мониторинг осигурява достъп до динамична информация в реално време с формиране на информационни обекти, анализ на данни и подходящо за целите на системата презентиране, което дава основание за нейния анализ и като информационно-комуникационна система.

Мобилността на възлите за формиране, събиране и агрегиране на информацията от стационарни или мобилни сензори, разположени на безпилотни летателни апарати (БЛА) се съчетават с информация, интегрирана от други информационни системи, включително и сателитни системи. Последните, от кибернетична гледна точка, са големи (сложни) системи и за разлика от безпилотните авиационни системи (БАС) се характеризират със специфични свойства като глобалност на използването, многоцелевост и многофункционалност.

Значим съвременен превантивен фактор, осигуряващ своевременно разкриване, идентифициране и определяне на мащабите на различни кризисни процеси, са аерокосмическите технологии. Технологиите с космическо и въздушно базиране осигуряват преодоляване на значителна част от недостатъците и ограниченията на традиционните технологии с наземно базиране, свързани главно с мониторинга, навигацията и комуникацията [1, 3].

Съвременните ИМС за мониторинг имат информационен и комуникационен ресурс, осигуряващ широк клас от задачи за събития, чието решаване надхвърля капацитета на системата за обслужване на обичайните дейности, осигуряващи деловата активност и защитата на обществото. Наблюдението и мониторингът на базата на подобни технически решения се налага при необходимост от доставка и анализ на данни от спешно инсталирани сензори по повод на конкретна ситуация, като например пожари и ограничаването им в отдалечени местности; химически замърсявания с висока динамика и с опасност за живота и здравето на хората; при необходимост от спешен оглед и експертна оценка на щети в труднодостъпни обекти; откриване и спасяване на хора; мониторинг за целите на телемедицина и много други.

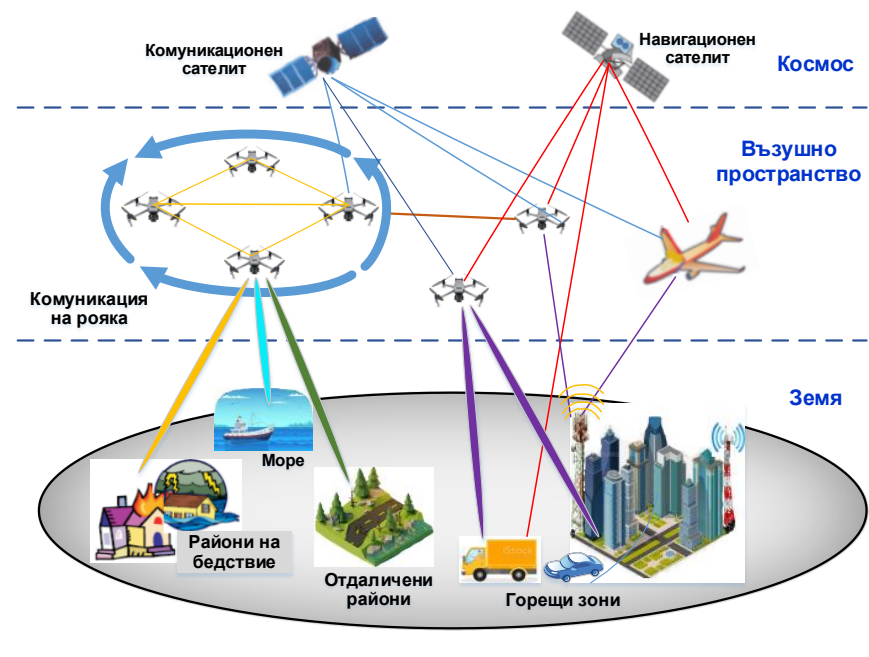
Интеграцията в системата за мониторинг на сателитна информация и на данни от други информационни системи осигурява допълнителни възможности за прогнозиране и анализ на получените в резултат на мониторинг данни и обработката им за постигане на целите на системата. При това системата за космически мониторинг е комплексна система с космически и наземен сегмент, осъществяваща събиране, обработка, архивиране и осигуряване на потребителите с информация за обектите, явленията и процесите на земната повърхност.

Тенденциите за формиране на глобална информационна инфраструктура в съвременните общества и развитието на потребностите на граждани, бизнес и общество предполагат едновременното използване в системите за мониторинг, както и на съвременни мобилни технологии за предаване на данни (4G/5G), така и на възможностите за експортиране на информация в Интернет с подходящо форматиране и презентиране.

Комуникации и управление за различни приложения на БЛА

Поради предимствата на високата мобилност и лесното разгръщане, БЛА се очаква да бъдат широко използвани в бъдещите безжични комуникации. Някои от типичните приложения на БЛА комуникациите са показани на фиг. 1 [6, 7]:

- *покритие на важна точка*- използването на БЛА като въздушна базова станция може да подобри безжичното покритие за горещи зони- такива, като железопътни гари, стадиони, офис-работни места и др.;
- *разширение на обхвата*- БЛА с базова станция може да бъдат разгърнати за потребители без комуникационна инфраструктура, като отдалечено планинско село и плавателен съд в океана. Може да се използва и като спешна комуникация за райони с природни бедствия и нарушена инфраструктура;
- *релейни комуникации*- БЛА може да действа като връзка между повече конкретни потребители, което е особено важно за военни структури за своевременна връзка между командните центрове;
- *сателитни комуникации на БЛА*- всеки безпилотен летателен апарат може да комуникира със сателита по време на навигация, т.е. вид сателитна комуникация в движение и БЛА трябва постоянно да насочва лъча на антената към сателита, за да поддържа комуникационната връзка;
- *кооперативни комуникации с множество БЛА*- множество БЛА могат да се обединят, за да изградят безжична летяща мрежа и да покрият голяма област, където техниките за координирани множество точки от наземната клетъчна мрежа могат да бъдат използвани за подобряване на производителността на системата;
- *рояк комуникации*- роякът е съставен от голям брой мини-БЛА и се използва главно в бойни приложения. Тъй като мини-БЛА са плътно разположени, рояк формулира виртуална широкомащабна решетка и управлението може да координира, за да подобри ефективността на използване на спектъра.



Фиг. 1. Интегрираната система за комплексен мониторинг

Основната функция на интегрираните системи за сигурност и безопасност (ИССБ) е да събират и представят информация от свързани към нея различни системи, които в общия случай са автономни. С развитието на технологиите все повече системи предоставят отворен интерфейс, който в частност може да се използва за интегриране на множество разнородни системи с централизиран мониторинг.

Синтезът, моделирането и изследването на интегрирани мобилни системи за мониторинг се опира на следните тези:

✓ *системата, разгледана като информационно-комуникационна система (ИКС) от гледна точка на потребителите* е структурирана в информационни обекти и услуги за достъп

до тях. Информационно-центрираните системи, формирането и достъпът до информационни обекти с осигуряване на достоверност, цялостност, сигурност във всички нива на мрежовия модел и в зоните с различни технологии на мрежов транспорт са актуална област от информационните технологии;

✓ *комуникационната структура е мобилна и динамична, поместена в различни транспортни среди* (мобилни мрежи за предаване на данни 3G/4G/5G, радиомрежи, сензорни мрежи и Интернет). За такива мрежи трябва да се осигури достъпност и гарантирано качество на услугите. Тяхната топология и управлението на трафика в тях са обосновани от целите на системата. Синтезът на структурата им трябва да позволява и динамична топологична адаптация с избор на специфични критерии. Адаптацията може да се дефинира като задачи на ИИ с оптимално разпределение на изчислителните и комуникационни ресурси, което има научна стойност;

✓ *агрегирането и начална обработка на данни от сензорите* изисква наличието на изчислителен ресурс, който е разположен във възли на мрежата в съседство със сензорното поле, решаващ т.нар. „интелигентни задачи“. Дефиниране на задачите и позициониране на елементите на изкуствен интелект във възлите на комуникационно-информационната система за изпълнение на функции на етапа на събиране и агрегиране на данните ще доведе до системи за мониторинг и наблюдение с ново качество. Като примери могат да се посочат: първична обработка на данни от телемедицински сензори и прагови аларми в реално време при критични за здравето стойности; въвеждане на автоматизация за при търсене на хора с интелигентни решения, базирани програмно и апаратно на БЛА и др.;

✓ *автоматизацията на управлението на полета на БЛА и намаляване на натовареността на оператора* за сметка на въвеждане на изкуствен интелект за определени дейности е актуална и иновативна **област**, свързана с нов и развиващ се клон на икономика за транспорта на товари, за военни цели и пр. Въвеждането на елементи на ИИ в БАС, които задължително изискват оператор, са ново направление в теорията за нов клас системи за управление (Humans-on-the-Loop), в които сътрудничеството човек-машина създава производителност и възможности от по-високо качество;

✓ *създаване на сценарии с елементи на ИИ* за полуавтономни полети на БЛА за специфични задачи на мониторинг, които имат цел да осигурят ситуационна осведоменост (СО) на оператора на полезен товар на БЛА, е перспективна и актуална тематика в съвременните БАС. Създаването и оптимизацията на отдалечено работно място с елементи на ИИ за оператор на полезен товар с цел СО, съобразено със ситуацията и споделено със различни заинтересовани страни дава ново качество на системата за мониторинг. Това е един подход за нейното директно включване във веригата за взимане на решения в условия на динамични критични ситуации;

✓ *интегрираната система* включва в реално време, както географски данни от сензори в труднодостъпни райони и сензори, базирани на мобилни средства- БАС, така и данни за прогнозиране или преодоляване на бедствия и критични ситуации, получени чрез електронно-оптични, инфрачервени и радиолокационни сензори на спътниците за наблюдение. Решаването на проблемите, свързани на интеграцията на данни от различни системи, управление на информационните потоци, презентирани в Интернет, експорта към други системи и осигуряването на информационната сигурност е актуална и значима в съвременните системи за мониторинг. Съчетанието на локални и облачни технологии, съобразени с възможностите на мрежите за мобилен пренос на данни (4G/5G) и оптимизацията с оглед на изискваното бързодействие, е съвременна проблематика в контекста на развитието на съвременните автоматизирани системи за транспорт на хора и товари.

Анализът на изпълнението на функции в интерес на сигурността на страната и на гражданския сектор показва, че с помощта на БЛА могат да се реализират две задачи- *превантивна и активна*. Превантивната задача предполага събиране и анализиране на изпреварваща и достоверна информация за различни кризисни процеси, а активната-информационно осигуряване на вземането на решение от оторизирани от държавата органи в процеса на разрешаване на конкретни ситуации.

Реализирането на превантивната и активната задачи изисква при наличие на информацията от системите за космическо наблюдение да се извърши следспътников мониторинг с помощта на БАС. За разлика от сателитите за наблюдение, БЛА могат да извършват многочасово патрулиране и наблюдение на определен район при значително по-малки разходи за експлоатация от тези на космическите средства.

Комплексно решение за създаване на интегрирана мобилна система за мониторинг с елементи на изкуствен интелект

Широкото разпространение на БЛА и сателити [5], които предоставят публично достъпна информация осигуряват възможност за появата на нови комплексни научно-изследователски задачи. Като начало възникна необходимостта от изследвания и решения в областта на мрежите за БЛА и тяхното управление. Мащабното внедряване на безжичните сензорни мрежи и необходимостта от събиране на информация с тях в условия на труднодостъпни райони, водят до необходимостта от разглеждането на БЛА или мрежата от БЛА като елементи на мрежи с възможност за изпълнение на функции, които са в приложния слой на мрежовия модел. При това за събиране на информация със сензорни полета с използване на БЛА трябва да се използват протоколи на безжичните сензорни мрежи, а за предаване на информация- интернет протоколи (IP) и съвременни методи за защита на данните. Пример на предлаганата *интегрирана мобилна система* за мониторинг с елементи на изкуствен интелект, е показана на фиг. 2.



Фиг. 2. Интегрирана мобилна система за мониторинг с елементи на ИИ

Концепцията за създаване на такава ИМС за мониторинг на база безпилотната авиационна система включва:

- *синтез на концептуален модел на системна комуникационно-информационна архитектура*, избор на мрежови и информационни технологии, моделиране и разработка на структура и топология на мобилна мрежа и автоматизирана информационно-управляваща система с БЛА;

- *синтез, моделиране и разработка на структура и топология за IP виртуална частна мрежа* със защита на данните и транспорт през мобилни мрежи за предаване на данни (3G/4G/5G), базирана на мобилни носители- БЛА; избор на мрежова технология за защитен пренос на данни, синтез на структура и топология; анализ на възможностите за обема на трафика и качеството на услугите; създаване на алгоритъм за интелигентна динамична адаптация на мрежовата топология, с цел осигуряване на достъпност и качество на услугите;

- *създаване на безпилотната авиационна система*- създаване на наземен мобилен пункт за управление на БЛА и за мониторинг с две работни места- за оператор на БЛА (дистанционен пилот) и за оператор за интелигентна система за мониторинг с достъп през Интернет. Конфигуриране на маршрутизатори за мобилни възли (за БЛА) и за пункт за управление на БЛА. Разработка на система за управление на БЛА при работа в радиомрежа и мобилна мрежа за предаване на данни и оптимизация за подобряване на достъпността;

- *разработка на алгоритми за задачи с елементи на изкуствен интелект за управление на БЛА и за осигуряване на ситуационна осведоменост на операторите при работа през мобилна мрежа за предаване на данни; осигуряване на информация за ситуационна осведоменост на работните места на операторите; разработка на система за мрежов мониторинг и оценка на състоянията и параметрите за адаптация на мрежата и осигуряване на достъпност и качество на услугите;*
- *реализация на динамична адаптация на мрежовата топология, с цел осигуряване на достъпност и качество на услугите в условия на мобилен пренос на данни; разработка на структура и на интерфейси за автоматизирано управление на IP виртуалната мрежа и реализация на алгоритъм за динамична адаптация;*
- *реализация на управление на БЛА, с цел осигуряване на достъпност и управление в условия на мрежи за мобилен пренос на данни и управление по радиоканал; разработка на програмно-апаратна част за интелигентен избор на транспортна среда за управлението на БЛА и реализация на интелигентен алгоритъм за управление;*
- *разработка на информационна система за мониторинг в Интернет среда;*
- *разработка на сензорна мрежа- разработка на сензорна мрежа с IP протоколен шлюз, разположен на мобилен носител- БЛА, с програмно-апаратни решения за събиране, агрегиране и защита на данните;*
- *разработка на решения за трансформиране, съхранение, обработка и визуализация на резултатите от мониторинга в Интернет среда, разработка на приложения „клиент-сървър“ за съхранение, обработка и визуализация на данните;*
- *обработка на данни- избор и обосноваване на решения за трансформиране на данните в информационни обекти и тяхното експортиране, обработка и визуализация; разработване на програмни средства за автоматизация на процесите на обработка на данни и въвеждане на механизми за интелигентен мониторинг- аларми, известявания, превантивно обслужване и прогнозен анализ;*
- *разработка на решения за обработка на сателитни данни, импортиране и експортиране на данни към други информационни системи и облачни решения за достъп на данните в Интернет; разработка на приложения за свързаност с други информационни системи и облачни технологии за достъп.*

Заклучение

Безопасността на живота, здравето и имуществото на гражданите, превенцията и предотвратяването на бедствия, предизвикани от природни явления или човешка дейност, нарушения на обществения ред, готовност за отблъскване на терористични актове в новият дигитален свят е невъзможен без прилагането на най-модерните ИКТ системи и решения.

Следователно, дигиталната трансформация в сферата на правоприлагането и обществената безопасност се състои в организиране на непрекъсната работа на службите за спешна помощ, базирани на автоматични системи за наблюдение на обществената обстановка и околната среда, за прогнозиране на поведението на групи хора въз основа на цифрови модели и алгоритми, за анализ на големи данни от интелигентно видеонаблюдение и други устройства за контрол на безопасността. Това предполага използването на бързо разгръщащи се мрежи за предаване и анализ на данни в хода на аварийните ситуации и при реагиране в извънредни ситуации.

Темповете и посоката на съвременния научно-технически прогрес изискват нови съвременни идеи на методологията на изграждане на интегрирани системи за прогнозиране, овладяване и ликвидиране на екологични инциденти, издирване на хора и спасяване на човешки живот. Те трябва да са съобразени и с новите поколения информационно-комуникационни системи призвани да осигурят мобилност на потребителите и иновативност в използването съвременни технологии. Стремежа е към модернизиране и въвеждане на интелигентни ИТ решения във различни сфери на икономиката и социалния живот, чрез създаване на среда за широко прилагане на информационните и комуникационни технологии в различни публични сектори- национална инфраструктура, здравеопазване, образование, бизнес и др.

Благодарности: Настоящият доклад е изготвен в рамките на проект по т.1.1.6 от Национална научна програма „Сигурност и отбрана“ (приета с ПМС №731 от 21.10.2021 г.) и съгласно Споразумение № Д01-74/19.05.2022 г. между МОН и Институт по отбрана „Професор Цветан Лазаров“.

Литература:

1. Гецов, П., Национална аерокосмическа система за мониторинг и защита от природни екокатастрофи, Академично издателство „М. Дринов“, София, 2014.
2. Концепция за развитието на изкуствения интелект в България до 2030.
<https://www.mtc.government.bg/sites/default/files/konceptiyazarazvitiemaiivbulgariyado2030.pdf>.
3. Мардиросян, Г., Природни екокатастрофи и тяхното дистанционно аерокосмическо изучаване, Академично издателство „М. Дринов“, София, 1999.
4. Национална програма „Цифрова България 2025“, София, 2019.
<https://www.mtitc.government.bg/bg/category/85/proekt-na-nacionalna-programa-cifrova-bulgariya-2025-aktualno-sustoyanie-kum-yanuari-2019-g>.
5. Пенев, П., Космос и сигурност, ИК „Витал“, Велико Търново, 2014.
6. Munir, Md. S., S. F. Abedin, C. S. Hong, Artificial Intelligence-based Service Aggregation for Mobile-Agent in Edge Computing, Conference: The 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium, Japan, 2019.
7. Munir, Md. S., S. F. Abedin, C. S. Hong, Artificial Intelligence-based Service Aggregation for Mobile-Agent in Edge Computing, Conference: The 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium, Japan, 2019.