

СТАНОВИЩЕ

от доцент д-р Валентин Тонев Атанасов,

катедра „Комуникационна и компютърна техника и технологии за сигурност“, Факултет по технически науки при Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“,

на дисертационния труд на магистър инженер Владислав Милков Генов, на тема „Интегрирана навигационна система за управление на безпилотни летателни апарати с използване на изкуствен интелект“,

представен за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“, по професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника.

1. Актуалност и значимост на разработвания научен проблем

Дисертационният труд е изложен в четири глави, поместени в обем от 202 страници, с използвани 22 таблици, 34 фигури и обособени 2 приложения. Броят на външните литературните източници предполага достигането на задълбочен аналитичен обзор, като от 95 източника два източника са на кирилица. Дефинирана е цел и задачи на дисертационния труд. Формирани са както изводи към всяка глава, така и общи такива.

Може да се установи наличието на изследвания в областта, обхващаща въпроси с подправянето или заглушаването на сигнали в глобалната навигационна спътникова система, които сигнали са използвани от локални навигационни системи за управление на безпилотни летателни апарати чрез математически модели с разширен Калманов филтър, прилагащи машинно или дълбоко обучение.

Но търсенето на по-ефективни решения и модели определят тази сфера като критична ergo актуална. Като водещо ключово обстоятелство може да се приеме предлагането на нов модел в настоящия труд, обоснован с архитектура на невронна мрежа с дългосрочна и краткосрочна памет (LSTM), предназначена за моделиране на динамични времеви процеси. Този подход предполага както теоретични, така и практически съображения, явяващи се критични при реализиране на навигационни задачи,

Разглежданият подход изисква изграждане на интегриран навигационен модел, при който динамичният модел на Калмановия филтър се параметризира от невронна мрежа с LSTM, обучена със сензорни данни и симулационни траектории. Това води до установяване на неопределеност при нивата на модела, които се представят чрез оценяване (адаптация) на

процесния шум, пряко влияещо върху ефективността на предлагания модел. Тези аргументи обуславят липсата на решения в тази област и извеждат характеристика с висока степен на актуалност при разглеждания научен проблем.

Тематичният обхват, визиран в заглавието на дисертационния труд съответства на разгърнатото съдържание.

2. Оценка на научните резултати и приносите на дисертационния труд.

В дисертационния труд са разгледани характеристиките на представения модел и подход представени по-долу:

- LSTM-базиран предиктор, генериращ априорна прогноза.
- Интеграция на Калманов филтър с LSTM-базиран предиктор.

Този модел и подход могат да се приемат за новост в търсенето на решения за снижаване въздействието при подправяне на сигнали или техните смущения в навигационните системи за управление на безпилотни летателни апарати чрез:

- Използването на LSTM-базиран предиктор, коректно заместващ процесния модел в прогнозната стъпка на Калмановия филтър, без да се нарушава итеративната му рекурсивна зависимост по време;
- Коректна интеграция на Калманов филтър с обучаемата LSTM мрежа, заменяйки класическия процесен модел при изчисленията на нелинейните зависимости между предходните състояния и входните данни. Вследствие използването на този подход се очаква постигането на:
 - по-точна прогнозна стойност на състоянието;
 - по-малки остатъчни грешки за корекционния етап на Калмановия филтър;
 - по-ниска агрегирана грешка;
 - по-стабилна филтрация във времето.

Могат да бъдат обобщени следните две категории приноси:

Като разширяващ областта от теоретичните знания в науката може да се приеме:

- Синтезиран модел на хибридна навигационна система за интегрирана INS/GNSS навигация на безпилотни летателни апарати, при която процесният модел в прогнозната стъпка на Калмановата схема се параметризира чрез рекурентна невронна мрежа от тип LSTM.

Като научно-приложни могат да бъдат обособени следните приноси:

- Разработен е симулационен модел в развойната програмна среда MATLAB/Simulink на синтезирания теоретичен модел;
- Съставена е методика за експериментална оценка на симулираната хибридна INS/GNSS навигационна архитектура;
- Формиран и систематизиран е емпиричен набор с резултати от проведен експеримент със симулационния модел;
- Съставена е методика, назовавана като работен поток, определяща етапите и хронологията за изграждане на хибридният навигационен модел.

3. Критични бележки

При прегледа на представения дисертационен труд няма основания за съществени критични бележки с изключение на три съпътстващи изложението категории бележки:

- Методическа бележка - Според установената практика при инженерното проектиране би следвало концептуализацията да предхожда моделирането, но в глава трета тази инженерна хронология не е спазена.
- Стилистична бележка – При използването на термина методология следва да се отчита неговата абстрактна природа, научна област, дефинираща теоретична рамка за изграждане на дадени методи, подходи или похвати при постигането на поставена цел. Препоръчително е в приложен аспект да се използва терминът методика.
- Обем на автореферата – Наличието на обем при автореферата, надвишаващ общоприетия, не оказва отрицателно влияние върху общия дисертационен процес.

Препоръки

Като препоръчително действие към дисертанта се извежда разгръщането на публикационна активност в научни форуми и издания с висок дял в научната област.

Следващата препоръка, изведена в семантично езикова насока, предполага изследователят по-правилно да използва изцяло инженерни термини, детерминиращи конкретно направление или подход като невронна мрежа с дългосрочна и краткосрочна памет или негова аббревиатура LSTM, вместо идиоми като „изкуствен интелект“, чиито корени имат по-скоро неинженерен характер и цели. В заглавните части на дисертационния труд идиомът „изкуствен интелект“ се използва 12 пъти, от които само веднъж в съдържателен раздел, аббревиатурата AI също само веднъж в съдържателен раздел, докато аббревиатурата LSTM се упоменава 447 пъти, от които 274 пъти в съдържателни раздели и 20 пъти в заглавните части. Насочването на

мисловния процес при четене в инженерна конкретика способства за по-доброто разбиране на предлаганите модели, алгоритми и подходи.

4. Заключение

Считам, че представеният за оценка дисертационен труд има характеристиките на научна работа, формираща собствен авторски научен принос, допълнен с научно-приложни приноси в проблемната област.

Дисертантът отговаря на изискванията в Закона за развитие на академичния състав, спазвайки минималните национални изисквания.

5. Оценка на дисертационния труд

На основата на горното, обявявам своята обща висока положителна оценка и предлагам на докторанта, магистър инженер Владислав Милков Генов, да бъде присвоена образователната и научна степен „доктор“ по докторска програма „Автоматизирани системи за обработка на информация и управление“, по професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника.

12.02.2026 год.
гр. Шумен

Член на журито:

/Доц. д-р В. Атанасов/

REVIEW

by Associate Professor Valentin Tonev Atanasov, PhD,

Department of Communication and Computer Engineering and Security Technologies, Faculty of Technical Sciences at Konstantin Preslavsky University of Shumen,

of the doctoral dissertation of Master engineer Vladislav Milkov Genoff, entitled “Integrated navigation system for control of unmanned aerial vehicles using Artificial Intelligence”,

submitted for the award of the educational and scientific degree of “Doctor” in the doctoral program “Automated Information Processing and Control Systems,” within the professional field 5.3 Communication and Computer Engineering.

1. Relevance and significance of the scientific research problem

The dissertation is structured into four chapters, presented in a total of 202 pages, including 22 tables, 34 figures, and 2 appendices.

The number of referenced sources ensures the development of an in-depth analytical review; out of 95 references, two are in Cyrillic.

The aim and objectives of the dissertation are clearly defined. Conclusions are formulated both at the end of each chapter and as general conclusions for the work as a whole.

It is possible to identify existing research in the field covering issues related to the spoofing or jamming of signals in the Global Navigation Satellite System, where these signals are used by local navigation systems for the control of unmanned aerial vehicles through mathematical models with an extended Kalman filter, applying machine learning or deep learning.

However, the search for more efficient solutions and models defines this field as critical ergo highly relevant. A leading key contribution of the present work may be considered the proposal of a new model based on a Long Short-Term Memory (LSTM) neural network architecture, designed for modeling dynamic time-dependent processes.

This approach involves both theoretical and practical considerations that are critical in the implementation of navigation tasks,

The approach under consideration requires the construction of an integrated navigation model, in which the dynamic model of the Kalman filter is parameterized by an LSTM neural network trained with sensor data and simulated trajectories. This leads to the presence of uncertainty at the model levels, which is represented through the estimation (adaptation) of the process noise, directly affecting the efficiency of the proposed model.

These arguments underscore the lack of existing solutions in this area and highlight the high degree of relevance of the scientific problem under study.

The thematic scope indicated in the title of the dissertation corresponds to the expanded content presented.

2. Assessment of the scientific results and contributions of the dissertation

The dissertation examines the characteristics of the presented model and approach, outlined as follows:

- LSTM-based predictor generating a priori forecasts.
- Integration of the Kalman filter with the LSTM-based predictor.

This model and approach can be considered a novel contribution in the search for solutions to mitigate the effects of signal spoofing or jamming in navigation control systems for unmanned aerial vehicles through:

- The use of an LSTM-based predictor, accurately replacing the process model in the prediction step of the Kalman filter, without disrupting its iterative recursive temporal dependency;
- Proper integration of the Kalman filter with the trainable LSTM network, replacing the classical process model in the computation of nonlinear dependencies between previous states and input data. As a result of using this approach, it is expected to achieve:
 - More accurate state prediction values;
 - Reduced residual errors in the correction step of the Kalman filter;
 - Lower aggregated error;
 - More stable filtering over time.

The following two categories of contributions can be summarized:

As an extension of the theoretical knowledge in the field, it can be considered:

- A synthesized model of a hybrid navigation system for integrated INS/GNSS navigation of unmanned aerial vehicles, in which the process model in the prediction step of the Kalman scheme is parameterized by a recurrent LSTM neural network.

The following contributions can be distinguished as scientific and applied:

- A simulation model of the synthesized theoretical model has been developed in the MATLAB/Simulink development environment.
- A method for the experimental evaluation of the simulated hybrid INS/GNSS navigation architecture has been formulated.
- An empirical dataset has been compiled and systematized from the experiments conducted with the simulation model.

- A method, referred to as a workflow, has been developed, defining the stages and chronology for constructing the hybrid navigation model.

3. Critical notes

Upon review of the presented dissertation, there are no grounds for substantial critical notes, with the exception of three accompanying categories of remarks related to the exposition:

- *Methodological note* – According to established practice in engineering design, conceptualization should precede modeling; however, in Chapter Three, this engineering chronology has not been followed.
- *Stylistic note* – When using the term “methodology”, its abstract nature should be taken into account: it denotes the scientific field that defines the theoretical framework for developing specific methods, approaches, or techniques to achieve a given goal. In applied contexts, it is recommended to use the term “method” or “methodical procedure” instead.
- *Abstract volume* – The presence of an abstract exceeding the commonly accepted length does not have a negative impact on the overall dissertation process.

Recommendations

As a recommended action for the doctoral candidate, it is advised to expand publication activity in scientific forums and journals with high impact in the relevant field.

A further recommendation, from a semantic-linguistic perspective, suggests that the researcher should consistently use precise engineering terms that define a specific direction or approach, such as Long Short-Term Memory neural network or its abbreviation LSTM, rather than idioms like “artificial intelligence”, whose origins are more general and non-engineering in nature.

In the content of the dissertation, the term “artificial intelligence” appears 12 times in titles, but only once in a substantive section; the abbreviation “AI” is also mentioned only once in a substantive section. In contrast, “LSTM” is mentioned 447 times, of which 274 times are in substantive sections and 20 times in titles.

4. Conclusion

I consider that the dissertation submitted for evaluation possesses the characteristics of a scientific work, making an original scholarly contribution, complemented by scientific and applied contributions in the problem domain.

The doctoral candidate meets the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff, adhering to the minimum national standards.

.5. Assessment of the dissertation work

On the basis of the above, I hereby give my overall highly positive assessment and recommend that the PhD candidate, Master engineer Vladislav Milkov Genoff, be awarded the educational and scientific degree of “doctor” in the doctoral program “Automated information processing and control systems,” within the professional field 5.3 Communication and computer engineering.

12.02.2026
Shumen

Signature:
/Associate professor Valentin Atanasov/