

UDC 004.9

**Bohdan Ivanishchev, Artem Volokyta,
Heorhii Loutskii, Vu Duc Think**

**INDOOR POSITIONING SYSTEM FOR DETERMINE COORDINATES
OF OBJECTS IN SYSTEM'S SIDE WITHOUT RECEIVERS**

**Богдан Іваніщев, Артем Волокита,
Георгій Луцький, Ву Дук Тхінь**

**СИСТЕМА ПОЗИЦІЮВАННЯ У ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ
ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ
З БОКУ САМОЇ СИСТЕМИ БЕЗ ПРИЙМАЧІВ**

У статті розглядається питання розробки системи позиціювання у закритих приміщеннях, за допомогою якої можна було б визначати координати об'єктів зі сторони самої системи без наявності приймачів у об'єктів та каналу зв'язку між системою та об'єктами.

Ключові слова: система позиціювання у закритих приміщеннях, безпроводні мережі, метод зваженого калібрування.

Рис.: 1. Табл.: 1. Бібл.: 3.

The paper deals with issue of development of indoor positioning system to determine coordinates of objects by control part of this system without receivers on objects.

Key words: indoor positioning system, wireless networks, fingerprinting weighting method.

Fig.: 1. Tabl.: 1. Bibl.: 3.

Topicality of research's topic. Positioning systems take the important place in modern life. They are used by common people and the companies. For example, on transport, in trade, in the industry and energetics.

Setting the research issue. In trade, in industry and in energetics indoor positioning systems are most demanded. Such systems are applied for creation of routes in buildings with internal walls. Therefore, there are high requirements to possible error of determination of coordinates by such systems. Acceptable error (distance between calculated and correct coordinates) must be no more than 5 meters.

Analysis of the last scientific researches and publications. At the moment there are developments of indoor positioning systems which are founded on different principles. These principles include using of recognition of optical images, magnetism, propagation of sound waves, pseudo GNSS (Global Navigation Satellite System), inertial systems, infrastructure of data transmission networks (Wi-Fi, Bluetooth). [1]

Defining of uninvestigated parts of general issue. The most indoor

positioning systems determine coordinates of objects by means of special receivers. Control centre of such systems can't know coordinates of objects without existence of data transmission channel between it and receivers. But it can be necessary in certain cases, for example in case of search of workers at the plant at the time of the accident.

Setting the research objective. The purpose of this paper is to develop indoor positioning system with control part which can determine coordinates of objects without receivers with them. The developed system should meet requirement to acceptable error that must be less than 5 meters.

Description of the developed indoor positioning system. The developed indoor positioning system is based on use of Wi-Fi networks and fingerprinting weighting method. The system includes group of Wi-Fi signal receivers which create a set of signal levels for each of transmitters. It is possible to determine transmitter coordinates by this set of signal levels and fingerprinting weighting method.

Fingerprinting weighting method. This method is divided into two phases, a calibration phase and a positioning phase [3]. During the calibration phase, the indoor area must be prepared by pre-measuring of signal level of several transmitters in different points that are called fingerprints

$$C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{ij}), \quad (1)$$

where i is number of calibration point, j is number of receiver. To compare relative, but not absolute values of signal levels, it is possible to expand the received set [2] as follows

$$CE_i = (CE_1, CE_2, \dots, CE_n) = (c_{i1} - c_{i2}, \dots, c_{i1} - c_{ij}, c_{i2} - c_{i3}, \dots). \quad (2)$$

During the positioning phase, the calibration values

$$X = (x_1, \dots, x_j) \quad (3)$$

expand

$$XE = (XE_1, \dots, XE_n) = (x_1 - x_2, \dots, x_1 - x_j, x_2 - x_3, \dots) \quad (4)$$

and compare with the measured values from the receivers to determine coordinates of transmitter by calculating weights of calibration points:

$$W_i = \sum_{k=1}^n |XE_k - CE_k|. \quad (5)$$

Coordinates of transmitter are calculated as follows:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{1}{W_i} P_i}{\sum_{k=1}^m \frac{1}{W_k}}, \quad (6)$$

where P_i is coordinates of i calibration point.

Experiments. The developed indoor positioning system was tested in office building with plan which is represented in Fig. 1.

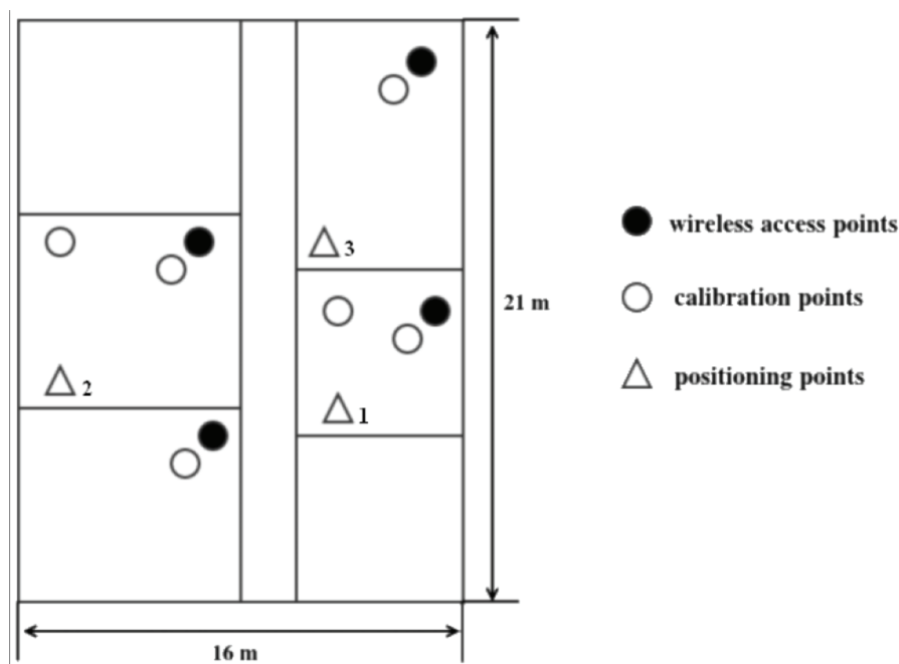


Fig. 1. Plan of office building for system testing

Result of system testing is represented in Table 1.

Table 1

Result of system testing

<i>Number of positioning point</i>	<i>Minimal error, m</i>	<i>Maximal error, m</i>	<i>Average error, m</i>
1	3.44	5.65	3.93
2	2.38	4.90	3.86
3	4.16	6.87	4.69

Conclusions. The indoor positioning system with control part which can determine coordinates of objects without receivers with them was developed. Average error received as a result of system testing meets requirements. The main directions for a further research are development of method of dynamic positioning of moving objects and research of other methods of remote position determination (triangulation, trilateration).

References

1. Curran K., Furey E., Lunney T., Santos J., Woods D., McCaughey A. (2011, May) *An evaluation of indoor location determination technologies*. In *Journal of Location Based Services* (pp. 61-78).
2. Eissfeller B., Gänsch D., Müller S., Teuber A. (2015) *Indoor Positioning Using Wireless LAN Radio Signals*.
3. Norlander A., Andersson P. (2012) *Indoor positioning using WLAN*. In degree project on computer engineering in Örebro University.

Autors

Ivanishchev Bohdan – PhD student, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

E-mail: callidus.iv@gmail.com.

Іваніщев Богдан Вячеславович - аспірант, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Volokyta Artem – associate professor, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

E-mail: artem.volokita@kpi.ua.

Волокита Артем Миколайович – доцент, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Луцький Георгій Михайлович – професор, кафедра обчислювальної техніки, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Loutskii Heorhii – professor, Department of Computer Engineering, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”.

Vu Dik Tхинь – доцент, Факультет інформаційних технологій, Хошимінський університет харчової промисловості, В'єтнам.

Vu Duc Thinh – associate professor, Faculty of Information Technology, Ho Chi Minh City University of Food Industry, Vietnam.

E-mail: tinhvd@cntp.edu.vn

РОЗШИРЕНА АНОТАЦІЯ

**Б. В. Іваніщев, А. М. Волокита,
Георгій Луцький, Ву Дик Тхінь**

СИСТЕМА ПОЗИЦІЮВАННЯ У ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТІВ З БОКУ САМОЇ СИСТЕМИ БЕЗ ПРИЙМАЧІВ

Актуальність теми дослідження. Область застосування систем позиціювання постійно зростає. Сьогодні такі системи застосовуються як у повсякденному житті людей, так і в комерційних цілях: на транспорті, у промисловості та енергетиці, в торгівлі.

Постановка проблеми. Застосування систем позиціювання в комерційних цілях часто пов'язано з необхідністю позиціювання різних об'єктів у закритих приміщеннях (таких як торгові центри, заводські цехи, електростанції).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У даний момент розробки систем позиціювання у закритих приміщеннях базуються на різних принципах, один з яких використання безпроводних мереж.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Більшість з наявних систем позиціювання у закритих приміщеннях не можуть визначати координати об'єктів без наявності спеціальних приймачів у самих об'єктів.

Постановка завдання. Завдання розробити систему позиціювання в закритих приміщеннях, яка не вимагала б наявності спеціальних приймачів у об'єктів, а також могла б визначати координати об'єктів зі свого боку.

Викладення основного матеріалу. Була розроблена система позиціювання у закритих приміщеннях, що базується на використанні безпроводної мережі Wi-Fi та методу зваженого калібрування. Тестування системи було проведено у закритому офісному приміщенні. Результати тестування проаналізовані.

Висновки. Тестування розробленої системи показало, що середнє відхилення визначення координат відповідає поставленим вимогам. Головні напрямки для подальшого дослідження — розробка методу динамічного позиціювання об'єктів, що рухаються, та дослідження інших методів віддаленого визначення координат (триангуляція, трилатерація).

Ключові слова: система позиціювання у закритих приміщеннях, безпроводні мережі, метод зваженого калібрування.