

## СИМУЛАЦИОНЕН МОДЕЛ НА БЕЗЖИЧНА МРЕЖА ЗА ЛОКАЛИЗИРАНЕ НА АВАРИИ В МИННИ ПРЕДПРИЯТИЯ ИЗПОЛЗВАЩ ПРОГРАМНИЯ ПРОДУКТ „MATLAB”

**Станислав Димов**

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски”, 1700 София

**РЕЗЮМЕ.** В настоящата статия е описан симулационен модел на топологията на безжична мрежа за локализиране на аварии програмиран в среда "Matlab". Моделът е базиран на съществуващи безжични сензорни мрежи използвани в минни предприятия в САЩ, Австралия и други страни с цел ранно откриване на персонал и/или минни машини затрупани в подземни мини или наличие на аварии в открити рудници. В статията е направен сравнителен анализ по отношение на качеството на предлаганите безжични услуги (*Quality of service*) в мрежата като обхват на детектиране, заглъхване на сигнала, широчина на честотната лента при различните видове топологии използвани в съществуващите безжични мрежи. Разгледани са възможности за оптимизация на параметрите на мрежата при различните използвани топологии (решетка, звезда, пръстен).

### SIMULATION MODEL OF WIRELESS NETWORK FOR DISASTER DETECTION IN MINING ORES BASED ON PROGRAM PACKAGE "MATLAB

*Stanislav Dimov*

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia

**ABSTRACT.** In the following article is described a simulation model of the topology of wireless network for disaster detection in mining ores. The model is implemented in programming language of "Matlab". The simulation model is based on the existing wireless sensor networks (WSN) implemented in USA, Australia and other countries. The purpose of the model is early detection of disasters in the open or underground mining ores. In the article is given a comparative analysis regarding on a quality of service (QS) of WSN as response time by disaster events, bandwidth of the net, signal attenuation by different wireless net topologies. In the article are described the possibilities of wireless net optimization by different net topologies.

### ВЪВЕДЕНИЕ

1. Видове използвани безжични мрежи в минните предприятия. Предимства и недостатъци. Примери за WSN.

- безжични мрежи за откриване на обекти в подземни рудници и сигнализиране при аварии в подземни и открити рудници посредством точки за достъп (*access points*) към външна жична мрежа;
- безжични мрежи за откриване на обекти в подземни рудници и сигнализиране при аварии в подземни и открити рудници посредством сателитна или GSM връзка към външна жична мрежа и GPS сенсори

2. Качество на предлаганите услуги (*Quality of service*) на WSN.

Основните недостатъци на използваните безжични мрежи в минните предприятия са:

- Високата цена на използваното оборудване като GPS –станции за локализиране на обектите, безжичните сенсори /предаватели, базови станции, сателитна връзка и др.;
- Наличие на смущения или недостатъчен обхват на безжичните сенсори /предаватели в подземните рудници причинени от заглъхване на

сигнала при преминаване през пластовете от въглища или руда

Тези недостатъци могат до голяма степен да бъдат отстранени посредством следните конструктивни мерки:

- Изграждане на виртуални мрежи от безжични сенсори и портативни компютри (лаптопи, таблети, PDA) от тип "ad-hoc";
- Оптимизация на изградени съществуващи безжични мрежи /от тип инфраструктурни мрежи/ посредством подходящо позициониране на отделните сенсори и точките за достъп, определяне енергийната ефективност на мрежата и др.

3. Оптимизация на параметрите на WSN.

Параметрите на безжичните мрежи могат да бъдат оптимизирани посредством програмни продукти *Matlab, TinyOS, Mathematica*[2],[3],[4].

За оптимизация на параметрите на различни структури и схеми най-често се използва пакета *Matlab* и неговия модул "*Optimization toolbox*". Могат да се използват следните процедури от него[5]:

- линейна оптимизация посредством метода на най-малките квадрати (Constrained linear least squares);
- нелинейна минимизация без ограничителни условия (Unconstrained nonlinear minimization);

- нелинейна минимизация с ограничителни условия (Constrained nonlinear minimization);
- квадратично и линеено програмиране (Quadratic and linear programming);
- нелинейна оптимизация посредством метода на най-малките квадрати и изглаждане на криви (Nonlinear least squares and curve-fitting);
- система от нелинейни уравнения (Nonlinear system of equation solving);
- структурирани проблеми с голям обем данни (structured large-scale problems).

От описаните по-горе процедури подходящи за оптимизация на безжични мрежи са нелинейните и линейни методи при зададени ограничителни условия. При линейна оптимизация те могат да се формулират във вида:

$$x = \text{lsqlin}(C, d, A, b, Aeq, beq) \quad (1);$$

където C,d са матрицата и векторът описващ целевата функция, A,b представляват ограничителните условия зададени посредством неравенства, Aeq, beq представляват ограничителните условия зададени посредством уравнения.

При нелинейна квадратична оптимизация целевата функция има вида:

$$x = \text{lsqnonlin}(C, d, A, b, Aeq, beq) \quad (2);$$

Целевите функции при оптимизация на конкретна безжична мрежа могат да се формулират като:

- Оптимизация по брой използвани възли в мрежата (цена на мрежата)- (метод на Voronoi) за определяне на минималния брой възли за покриване на определен район (мина) ;
- Оптимизация по енергийна ефективност на мрежата: необходим брой хранващи батерии за сензорите и другите устройства на мрежата;
- надеждност на комуникацията между възлите в мрежата;
- време на реакцията в мрежата при наличие на авария;
- точност на позиционирането на отделните обекти (работници, самосвали, минни машини) посредством използваните сенсори (GPS) и безжичната мрежа.

Ограничителните условия трябва да се дефинират за всяка отделна безжична мрежа според зададената целева функция. Например при целева функция «минимален брой възли за покриване на определен район» ограничителните условия са:

- площта на района (S);
- обхвата на отделните сенсори или точки за достъп използвани в мрежата в метри;

При целева функция «енергийна ефективност на мрежата» ограничителното условия трябва да бъде максимално допустимия капацитет на хранващите батерии в мрежата в амперчаса.

Началните условия на неизвестната величина x се определят от физически съображения съобразно зададената целева функция - например при целева функция «брой използвани възли в мрежата» x представлява първоначалния брой възли в безжичната мрежа.

Примерна програма на езика на Matlab за определяне на оптималното местоположение между 50 възела на безжичната мрежа от тип "ad hoc" при ограничително условие «разстоянието между всеки два възела да по-малко от радиуса на комуникация на възлите» е показана на фиг.1:

```
clear;
noOfNodes = 50;
rand('state', 0);
figure(1);
clf;
hold on;
L = 1000;
R = 200; % maximum range;
netXloc = rand(1,noOfNodes)*L;
netYloc = rand(1,noOfNodes)*L;
for i = 1:noOfNodes
plot(netXloc(i), netYloc(i), '.');
text(netXloc(i), netYloc(i), num2str(i));
for j = 1:noOfNodes
distance = sqrt((netXloc(i) - netXloc(j))^2 + (netYloc(i) -
netYloc(j))^2);
if distance <= R
matrix(i, j) = 1; % there is a link;
line([netXloc(i) netXloc(j)], [netYloc(i) netYloc(j)],
'LineStyle', ':');
else
matrix(i, j) = inf;
end; end; end;
Фиг.1
```

4. Проблеми при изграждане на безжични мрежи.
  - Отслабване силата на предавания сигнал (*attenuation*) вследствие на разсейване на електромагнитните вълни, различни препятствия между предавателя и приемника, климатични фактори и др.
  - Интерференция между предавания сигнал от предавателя и други предавани сигнали в близост на предавателя – използван термин в английската литература (*unwanted radiation*);
  - Отразяване на сигнала от различни обекти като планини, скали и др. (*Bouncing*);
5. Изводи и изследвания в бъдеще.
  - Определяне степента на „загльхване“ на сигналите в подземните рудници при преминаване през различни видове скали или въглищни пластове;
  - Определяне на оптималното разположение (конфигурация) на точките за достъп (*access point*) в подземните и/или открити рудници с цел осъществяване на максимално покритие на рудника;
  - Определяне на типа на връзка към базовата станция (операторския пулт)-връзка посредством

GSM или сателитна връзка при големи разстояния

- Определяне на наличието на препятствия пред RF сигнала като стоманени или железни конструкции, скали и др. които отслабват високочестотния сигнал
- Определяне на подходящата антена на предавателите в мрежата с максимален диапазон
- Определяне на подходящ честотна лента (bit rate) с цел оптимална скорост на предаване и максимално покритие

## Литература

Optimization toolbox for Matlab ver.7.8.0 (R2009a), User guide, 2009

G.Korn, T.Korn, Mathematical Handbook for scientists and engineers, Second edition, McGraw Hill Company, New York, 1980

Cisco Network Academy, Fundamentals of Wireless LAN systems, 2008

*Препоръчана за публикуване от катедра „Информатика“, МЕМФ*