

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 658.51/52

Лейт Ахмед Мустафа Аль Раваидех, Руженцев І. В.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОМЕРЕЖ

У статті розглянуто й дано аналіз особливості використання супутникової навігації на залізничному транспорті під час оброблення інформації за допомогою нейромереж. Наведено модель компенсації нелінійності функції перетворення. Запропоновано алгоритм навчання нейромережі компенсатора.

Ключові слова: супутникова навігація, алгоритм, залізничний транспорт.

Необхідність застосування супутникових технологій на залізничному транспорті вже поза сумнівом. Вона обумовлена подальшими перспективами розвитку галузі, зокрема й планами переходу на високошвидкісний та швидкісний рух, а також збільшення інтенсивності руху транспортних потоків на магістралях.

Необхідно мати максимально точну інформацію про дислокацію рухомого складу в будь-який час доби та за будь-якої погоди, вміти контролювати його рух і стан бортових систем. Проте вирішити це завдання без сучасних глобальних навігаційних систем, таких як ГЛОНАСС, ГЛОНАСС/GPS, неможливо.

Впровадження супутникових технологій дає можливість досягти якісно вищого рівня забезпечення безпеки руху й керування перевезеннями через принципові зміни в галузі координатно-часового забезпечення залізничного транспорту.

За допомогою супутникових технологій службам та господарствам залізниці надають гарантовану можливість знати в будь-якій точці на мережі залізниці, у будь-який час доби й за будь-якої погоди з високою точністю дислокацію пасажирських і вантажних потягів, контролювати їх рух, параметри стану бортових систем та інтегрувати ці дані в диспетчерських центрах керування перевезеннями.

Завдяки GNSS ГЛОНАСС/GPS на залізничному транспорті можна вирішити такі завдання:

- контролювання місця розташування самостійних рухомих одиниць на перегонах;
- контролювання місця розташування самостійних рухомих одиниць на станціях;
- побудова систем інтервального регулювання.

Активно створюються системи інтервального регулювання руху потягів із застосуванням супутникової навігації та цифрового радіоканалу, що дає можливість перейти до технології "віртуального" світлофора й суттєво зменшити кількість підлогових пристроїв. Ставиться за мету створення "інтелектуальних" потягів з вбудованою системою автокерування та самодіагностики, а також "інтелектуальних" вантажних станцій, які дають можливість забезпечити безаварійний рух потягів та пересування вантажів.

Принцип роботи полягає у відстежуванні й аналізуванні просторових та часових координат транспортного засобу. Є два варіанти моніторингу: online – з дистанційною передачею координатної інформації, та offline – інформація зчитується під час прибуття на диспетчерський пункт (станцію, депо).

На транспортному засобі встановлюють мобільний модуль, який складається з таких

частин: приймач супутникових сигналів, модулі зберігання й передачі координатних даних. Програмне забезпечення мобільного модуля отримує координатні дані від приймача сигналів, записує їх у модуль зберігання й за можливості передає через модуль передачі.

Мобільний модуль зазвичай побудовано на базі приймачів супутникового сигналу, що працюють на стандартах NAVSTAR GPS чи ГЛОНАСС. Багато з сучасних модулів підтримують і GPS і ГЛОНАСС.

Різноманітні завдання моніторингу потребують різної точності визначення координат рухомого об'єкта. Так, для забезпечення диспетчерського керування рухом та керування перевезеннями вимоги за точністю такі: позиціонування локомотивів на залізничних станціях та інших відповідальних ділянках $\pm 1,0$ м; на перегонах місце розташування потягів на цифровій мапі відповідного масштабу $\pm 10 \dots 15$ м.

Між тим метод автономного супутникового позиціонування забезпечує точність $\pm 10 \dots 15$ м у режимі реального часу. Для забезпечення точності $\pm 1,0$ м необхідно застосувати метод широкозонного диференціального супутникового позиціонування. Як відомо, для цього необхідно мати відповідну мережу опорних станцій. Великі залізничні компанії починають формувати власні системи диференціального супутникового позиціонування.

Так, система диференціального супутникового позиціонування дає можливість у різних режимах відстежувати координати об'єкта з точністю від 1 м до 1 мм.

Системи супутникового моніторингу транспорту вирішують такі завдання:

– моніторинг містить визначення координат місця розташування транспортного засобу, його напрямку, швидкості руху та інших параметрів: витрати пального, температура в окремих підсистемах тощо;

– забезпечення безпеки – дотримання правил та норм безпеки під час руху потяга за маршрутом.

До складу системи супутникового моніторингу транспорту належать такі компоненти:

– транспортний засіб, оснащений GPS чи ГЛОНАСС контролером, який отримує дані від супутників і передає їх на серверний центр моніторингу через GSM, CDMA чи рідше супутниковим та УКХ-зв'язком. Останні два є актуальними для моніторингу в місцях, де немає повноцінного GSM-покриття;

– серверний центр з програмним забезпеченням для приймання, зберігання, оброблення й аналізування даних;

– комп'ютер оперативного робітника, який здійснює моніторинг.

Приймач GPS/ГЛОНАСС, що встановлено, наприклад, на локомотиві, за сигналами з супутників визначає свої координати та швидкість [1, 2].

Так, якщо для нерухомих споживачів, які мають двоканальну приймальну апаратуру, похибку визначення місця розташування вдалося знизити до 32 м (дані для американської СРНС "Транзит"), то під час руху похибки відразу ж починають зростати через неточність зчитування шляху – низькоорбітальні СРНС не давали можливості визначити швидкість руху. Більше того, за отриманими вимірюваннями можна визначити тільки дві просторові координати.

Одночасно з виконанням вимірювань у приймачі виконують автоматичне оброблення міток часу, які містяться в кожному навігаційному сигналі, та цифрової інформації. Цифрова інформація описує розташування цього супутника у просторі й часі (ефемериди) відносно єдиної для системи шкали часу і в геоцентричній декартовій системі координат.

Результати вимірювань та прийнята цифрова інформація є вихідними даними для розв'язання навігаційної задачі з визначення координат і параметрів руху. Навігаційну задачу розв'язують автоматично в обчислювальному пристрої приймача, при цьому використовують відомий метод найменших квадратів.

Основними джерелами похибки вимірювання псевдодальності в багатоканальній НАП є: шуми та багатопрореневість на вході приймача, тропосфера, іоносфера (в однодіапазонній

НАП).

Складемо сумарний бюджет похибок псевдодальностей без іоносфери (який називатимемо інструментальною похибкою псевдодальності) для багатоканальної НАП, що використовує вузькосмугові однодіапазонні (1600 МГц) навігаційні радіосигнали ($T_0 = 1$ с).

	$S(\sigma_{j1}), \text{ м}$	$S(\sigma_{j2}), \text{ м}$
Похибки ЕІ	4,0 ... 4,6	5,5
Похибки ЧВП	4,2	4,2
Шуми ($T_0 = 1$ с)	2,0	3,0 ... 6,0
Тропосфера	0,3	1,5 ... 3,0
Багатопроменевість	–	0 ... 0,3
Всього	6,2 ... 6,6	7,7 ... 9,6

Для оперативної високоточної цифрової інформації останнім часом ефективно використовують штучні нейронні мережі, які дають можливість компенсувати нелінійності функції перетворення.

Для того щоб позбутися нелінійностей, пропонують використати спеціальний фільтр-компенсатор, який реалізує функцію, що є зворотною до перетворення

$$\hat{x}(t) = \psi(y(t), y(t-1), \dots, y(t-n), \hat{x}(t-1), \hat{x}(t-2), \dots, \hat{x}(t-m))^T.$$

Такий пристрій, увімкнутий послідовно з вимірювальним перетворювачем, дасть можливість скомпенсувати його нелінійну динаміку й отримати оцінку сигналу, що вимірюють.

Нейромережевий компенсатор, який є зворотною моделлю нелінійного динамічного вимірювального перетворювача, реалізовано на базі тришарового перептрона, що доповнено лініями затримки вхідних сигналів.

Навчання нейромережі-компенсатора відбувається за допомогою алгоритму Левенберга–Марквардта [3, 4].

ЛІТЕРАТУРА

1. Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) [Текст]: пособие / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковицкий, К. В. Гончаров. – Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. – 207 с.
2. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации / Ю.А. Соловьев. – М.: Эко-Тренди, 2000. – 182 с.
3. Лейт Ахмед Мустафа Аль Раващдех, Т.А. Овчарова, І.В. Руженцев. Разработка нейросетевых моделей и алгоритмов компенсации нелинейности функции преобразования при определении местонахождения подвижных транспортных объектов // Системи обробки інформації. – Вип. 6(131). – 2015. – С. 10–12.
4. Запорожец О. В. Компенсация нелинейности функции преобразования измерительных устройств с помощью искусственной нейронной сети / О. В. Запорожец, В. А. Коротенко, Т. А. Овчарова // Системи управління, навігації та зв'язку. – Вип. 4(16). – 2010. – С. 99–103.

Лейт Ахмед Мустафа Аль Раващдех, І. В. Руженцев ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТИ

В статье рассмотрен и дан анализ особенностей использования спутниковой навигации на железнодорожном транспорте при обработке информации с помощью нейронных сетей.

Приведена модель компенсації нелінійності функції преобразования. Предложен алгоритм обучения нейросети компенсатора.

Ключевые слова: спутникова навігація, алгоритм, залізничний транспорт.

Leith Ahmed Mustafa Al Rawashdeh, I. Ruzhentsev

FEATURES USING SATELLITE NAVIGATION TO RAIL THROUGH NEURAL NETWORKS

In this article describes and analyzes the features of using satellite navigation on the railways in the processing of information through neural networks. A neural network learning algorithm of compensator is offered.

Keywords: satellite navigation algorithm, rail

УДК 681.5.032

Лавриненко В. Ф.

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СУДНОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Розвиток методів технічної експлуатації суднових інформаційних вимірювальних систем потребує високого рівня формалізації процедур аналізу початкової інформації.

У статті проаналізовано техніко-економічні показники ефективності суднових інформаційних вимірювальних систем, а також здійснено порівняльний аналіз наявних підходів та методів їх оцінки, перспективних систем технічного діагностування суднових комплексів.

Ключові слова: суднові інформаційні вимірювальні системи, показники ефективності.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Статистика відмов, що є до теперішнього часу основним джерелом інформації для оцінювання надійності об'єкта, всього лише зворотній зв'язок, який свідчить про помилки під час проектування, створення й експлуатації судна. Тому на початку 1980-х років для розрахунку й прогнозування можливої поведінки технічних систем судна в передбачуваних умовах експлуатації почали впроваджувати сучасні інформаційні технології, інформаційні вимірювальні системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Також відомо [3,4], що у структурі витрат, які знижують прибутковість і підвищують витрати судноплавства, витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням та ремонтом, становлять 20–30 %, посідаючи друге місце після витрат на паливо. А критична ситуація з фінансуванням, неприпустима низька справність суден додають до пріоритетних завдань питання розвитку й удосконалення інформаційних вимірювальних систем на судні.

Досвід експлуатації суден судноплавних компаній свідчить, що прийнятий підхід на основі планово-попереджувальної системи технічного обслуговування й ремонту призводить до значної перевитрати матеріальних і грошових ресурсів [1, 2, 4]. Крім того, виконання заздалегідь призначених обсягів робіт з технічного обслуговування й ремонту у встановлені календарні терміни в більшості випадків не забезпечує заданої надійності і призводить до