

## **МЕТОДИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ У АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ГРОМАДСЬКИМ ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ**

І.В. Гарячевська

(Харківський національний університет радіоелектроніки)

*Розглянуті можливі підходи до підвищення ефективності роботи громадського пасажирського транспорту міста на підставі впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління громадським пасажирським транспортом та інтелектуалізації транспортних одиниць.*

***методи перетворення інформації, автоматизовані системи управління, громадський пасажирський транспорт***

**Вступ.** Технічна реалізація автоматизованої системи диспетчерського управління і контролю руху громадського пасажирського транспорту (АС ДУ ГПТ) у цілому повинна забезпечити спроможність пристосуватися до можливої зміни інфраструктури міста, часових коливань умов руху, можливість накопичення інформації у динамічному банку даних. Для цих цілей вона припускає застосування бортових обчислювальних комплексів рухомих одиниць, відеокамер для зовнішнього спостереження пасажиропотоків, систем телекомунікації та ведення динамічної бази даних. Для забезпечення якісного моніторингу необхідно не лише розробити автотранспортну лабораторію (АТЛ), обладнану засобами обробки відеоінформації, вони ще мають назву – системою технічного зору (СТЗ), але й забезпечити швидке та просте пристосування до зміни середовища.

У зв'язку з цим стає актуальною задача проектування методів та засобів безперервного моніторингу транспортних комунікацій за допомогою застосування універсальної мобільної автотранспортної лабораторії (АТЛ) та засобів і методів перетворення візуальної інформації.

**Аналіз публікацій та стан проблеми.** Сьогодні на транспорті набувають великого значення втілення нових транспортних технологій [1]. Це цілком відповідає ситуації щодо удосконалення транспортного обслуговування мешканців великих міст за рахунок застосування засобів новітніх інтелектуальних, супутникових технологій керування в транспортних системах [2].

Згідно вищезазначеному в основу методології управління громадським

пасажирським транспортом (ГПТ) міста слід покладати принципи інтелектуалізації підсистем та ланок транспортного комплексу великого міста. Відповідний апарат математичного моделювання, розробки алгоритмічного, програмного та організаційного забезпечення управління ГПТ можуть базуватися на загальних методах дослідження операцій [3]. З принципу інтелектуалізації ГПТ слідує необхідність мехатронізації РО, засобів реєстрації необхідної для керування інформації, як це прийнято в складних автоматизованих транспортних системах. Це сприяє отриманню синергетичного ефекту від втілення такої транспортної системи, котра є логічним сполученням механічної, електронної та інформаційної складових частин [4].

**Мета та завдання дослідження.** АС ДУ ГПТ є системою, яка забезпечує необхідну гнучкість системи громадського пасажирського транспорту в процесі її функціонування.

Основа такого автоматизованого комплексу відповідної транспортної технології – АТЛ, що обладнано засобами навігації, відео спостереження, портативним комп'ютером та засобами зв'язку. Слід відмітити, що застосування АТЛ у якості прототипу обладнання РО, мобільного диспетчерського пункту дає спроможність протягом порівняно короткого терміну автоматизувати управління транспортною мережею міста та забезпечити підвищення ефективності керування ГПТ.

Таким чином, можна зазначити, що підвищення ефективності роботи громадського пасажирського транспорту міста можна досягти за рахунок створення та впровадження автоматизованої системи диспетчерського управління і контролю руху ГПТ на підставі моніторингу АТЛ.

Основною метою дослідження, що є предметом обговорення даної статті, є визначення функціональної частини та структури АТЛ, проведення концептуального аналізу засобів та методів перетворення графічної інформації, методи та засоби створення модуля обробки зображень в АТЛ. В основі концепції полягає досвід створення таких систем згідно [5] та реалізація ідеї безперервного моніторингу транспортних комунікацій [6].

**Концепція застосування безперервного моніторингу для АС ДУ ГПТ.** Для забезпечення діагностики транспортних мереж в АТЛ необхідно застосовувати засоби та методи технічного зору. Отриманні результати моніторингу пасажиропотоком та потоком транспортних засобів застосовуються для прийняття рішень у експертній системі для керування рухом громадського пасажирського транспорту.

Основна ланка цієї транспортної технології – універсальна мобільна автотранспортна лабораторія (АТЛ), яка виконує моніторинг стану наземних міських транспортних комунікацій, визначає місцезнаходження рухомих одиниць, їх реальної швидкості та оцінює щільність пасажиропотоків.

АТЛ має подвійне призначення:

- використання у якості інструментального засобу проектування автоматизованої системи управління ГПТ;
- засобу забезпечення прийняття рішень щодо удосконалення транспортної мережі ГПТ.

Мобільний пункт базується на автомобільному шасі та обладнується необхідним устаткуванням, склад якого може змінюватися в залежності від конкретних задач та умов функціонування. Одним з важливих напрямків застосування мобільного пункту є підготовка вихідних даних для оптимізації маршрутної мережі міста та графіку руху транспортних одиниць.

Схема (рис. 1) пояснює устрій мобільного диспетчерського пункту АТЛ, а в табл. 1 наведені деякі технічні параметри.



Рис. 1. Мобільний диспетчерський пункт (АТЛ)

В якості основних функцій мобільного диспетчерського пункту (МДП) можна назвати:

- моніторинг технічного стану та пропускної здатності транспортної мережі міста;
- моніторинг щільності транспортних потоків на окремих магістралях міста;
- моніторинг пасажиро-потоків на головних напрямках пасажиро-перевезень;

- моніторинг якісних показників перевезення пасажирів, включно облік та контроль за роботою громадського транспорту;
- інформаційна підтримка прийняття оперативних керуючих рішень;
- оперативний двохсторонній зв'язок з центральним диспетчерським пунктом та міськими службами забезпечення дорожнього руху;
- архівацію та збереження оперативної інформації про умови та показники якості роботи громадського пасажирського транспорту.

Таблиця 1

## Інформаційний аналіз потоку даних

	Параметр	Знач.
1	Середній потік інформації між диспетчерським пунктом та системою відеоспостереження кожного МДП (кбіт/с)	40,6
2	Загальний потік інформації між диспетчерським пунктом та системами відеоспостереження усіх МДП ГПТ, задіяних для моніторингу транспортного комплексу міста (Мбіт/с)	405,5
3	Середній потік інформації про якість дорожнього покриття між диспетчерським пунктом та кожним МДП ГПТ (біт/с)	400
4	Середній потік інформації про щільність транспортних потоків від кожного МДП ГПТ (біт/с)	0,8
5	Загальний потік інформації між диспетчерським пунктом МДП ГПТ, задіяних для моніторингу якості дорожнього покриття та щільності транспортних потоків (кбіт/с)	4,1
6	$\hat{K}^{VS}$ – середній коефіцієнт стиснення інформації під час архівування відеозображення ( $0 < \hat{K}^{VS} \leq 1$ )	0,1
7	$A_i^{VS}$ – кількість елементів зображення (пікселів) ширини кадру відеозображення системи відеоспостереження і-го МДП	352
8	$B_i^{VS}$ – кількість елементів зображення (пікселів) висоти кадру відеозображення системи відеоспостереження і-го МДП	288
9	$C_i^{VS}$ – глибина представлення кольорів (або градацій сірого кольору) кадру відеозображення системи відеоспостереження і-го МДП	8
10	$\Delta t_i^{VS}$ – період часу між послідовними кадрами відеозображення системи відеоспостереження і-го МДП (в секундах)	2

Безперервний моніторинг здійснюється з прив'язкою до місця знаходження АТЛ:

$$y(n) = Y[x(n), l],$$

де  $y(n)$  – вихідна послідовність;  $x(n)$  – вхідна послідовність;  $l$  – параметр «прив'язки» зареєстрованих значень вхідної послідовності сигналів до відрізка автомобільної дороги.

$$y(n) = \sum_{m=m_0}^{m=n-1} h(m)x(n-m),$$

де  $m_0$  – параметр, який знаходиться з аналізу значень  $h(m)$  та класичного визначення відклику на вхідну послідовність, для якої прийняті реальні межі  $m$  не від  $-\infty$  до  $\infty$ , а від фіксованого значення  $m_0$  до  $n-1$ .

$$N_1 \leq n \leq N_2 \quad \text{і} \quad \begin{cases} h(n) = 0, \text{ якщо } n < 0; \\ \sum_{n=-\infty}^{\infty} |h(n)| < \infty, \end{cases}$$

$$h(n), N_1 \leq n \leq N_2.$$

Моніторинг пасажиропотоку – це визначення кількості пасажирів на зупинці за допомогою аналізу відеоінформації, отриманої АТЛ, обладнаної засобами перетворення графічної інформації.

Засоби перетворення відеоінформації відповідають за отримання візуальної інформації, її переробку та надання отриманої інформації про об'єкти оточуючого миру.

У загальному вигляді системну модель для описання системи обробки графічної інформації можна розглядати як сукупність компонентів  $k$ , з'єднаних між собою вхідними  $r_{вх}$  та вихідними параметрами  $r_{вих}$ , а також алгоритм функціонування  $\gamma_j$ .

$$S = \{k_i, r_{вх,j}, r_{вих,i}, \gamma_j\}.$$

Математично один з елементів системи, реалізуючий будь-яку операцію  $P_j$ , можна представити як

$$k_i(P_j) = (r_{вх,j}, r_{вих,j}, k_i),$$

де  $k_i$  – елемент системи;  $r_{вх,j}$  – сукупність вхідних даних операції  $P_j$ ;  $r_{вих,j}$  – сукупність вихідних даних операції  $P_j$ .

Кожний елемент системи є методом обробки зображення (фільтр, маска, алгоритм тощо), який має крім вхідних та вихідних параметрів ще внутрішні параметри (пороги, коефіцієнти тощо).

Методи обробки зображень будуть брати участь у формуванні алгоритму, надалі будемо називати його ланцюжком. Визначити сумісність модулів і погодити їх, а також забезпечити єдиний формалізм при рішенні задач дозволило застосування поняття дискретної системи.

Тоді задачу синтезу алгоритму обробки відеоінформації можна інтегрувати як пошук сукупності компонент  $\{K_p\}$ , способів їх з'єднання

$\{x'_d\}$ ,  $\{Y'_c\}$  і взаємодії  $\Omega'$  за відомим алгоритмом, що задається переліком операторів  $\{K_p\}$ , способом їх взаємодії  $\Omega$  і з'єднанням одного з одним  $\{x'_d\}$  і  $\{Y'_c\}$ , що забезпечує виконання необхідних показників якості.

Для рішення цієї задачі раніше було розроблено систему проектування та тестування алгоритму обробки графічної інформації. Система складається з набору найбільш поширених методів обробки зображень, засобів побудови алгоритму, тестування та адаптації до апаратної платформи. Реалізована у вигляді пакета прикладних програм [7].

Можливе існування декількох алгоритмів, що задовольняють загальним вимогам обробки графічної інформації, тобто усі розроблені ланцюжки при роботі дають близькі значення часу та якості обробки. В цьому випадку необхідно здійснити вибір одного ланцюжка з декількох. В роботі запропоновано наступний алгоритм вибору: проектувальник порівнює рішення і відбирає з них два, найбільш вдалих на його думку. Далі він повинен визначити пріоритети для показників якості системи. Це означає, що показникам якості приписують числові показники, котрі дозволяють упорядкувати показники якості і вирішити їх важливість. Таке упорядкування показників полегшує процедуру порівняння та вибору того чи іншого варіанта.

Процес ухвалення рішення містить у собі наступні інтелектуальні процедури:

1) *порівняння*: з декількох технічних рішень обираються найбільш сприятливі на думку проектувальника;

2) *призначення пріоритетів*: користувач призначає пріоритети для показників якості системи, тобто показникам якості приписуються числові значення;

3) *призначення умов*: розроблювач визначає, яким умовам повинен відповідати той або інший показник якості (установлюється боковий вектор припустимих значень);

4) *вибір TP* за встановленими умовами відбору;

5) *оцінка відповідності первісній постановці завдання*;

6) *введення нового TP*. Проводиться, якщо вибір не відбувся.

Сформований алгоритм, занесений у АТЛ, буде здійснювати обробку відеоінформації та проводити підрахунок кількості пасажирів на зупинках. Отримана інформація про кількість пасажирів на зупинках в різний час поступає до експертної системи, яка приймає рішення про збільшення чи зменшення кількості пасажирського транспорту на даному маршруті.

Крім того, мобільний диспетчерський пункт, призначенням якого є забезпечення задовільного функціонування громадського пасажирського транспорту, в надзвичайних умовах може забезпечити оперативне реагування на зміну транспортної мережі і пасажиро-потоків в наслідок проведення

масових міських громадських заходів (свята, мітинги та маніфестації, страйки, пікетування, тощо), ремонтних робіт, аварій, стихійних лих та ін.

Треба також визначити, що діючий МДП є не тільки засобом забезпечення зв'язку і джерелом інформації для формування динамічного банку даних. Це своєрідна транспортна лабораторія, що може випробувати різні засоби, які призначені для моніторингу стану, місце розташування РО. Таким чином, це є робочий інструмент створення АС ДУ ГПТ.

**Висновок та новизна отриманих результатів.** Запропонована концепція застосування методів та засобів обробки візуальної інформації для моніторингу транспортної мережі з застосуванням АТЛ, що забезпечує найбільш повну інформації про рух. Запропонована концепція використовується для вирішення задач моніторингу потоку транспортних засобів та пасажиропотоку.

Вперше запропоновано, розроблено і реалізовано математичну модель структури системи перетворення графічної інформації на основі системного підходу, який відрізняється від існуючого перевіркою показників якості системи обробки візуальної інформації на початкових етапах проектування. Така модель розширює можливості проектування систем комп'ютерного зору, дозволяючи вносити корективи на усіх етапах проектування та експлуатації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев В.О. Мобильный вычислительный комплекс для мониторинга среды движения // *Автомобильный транспорт*. – 2002. – № 9. – С. 101-104.
2. Horowitz R. *Automated Highway systems* // *Transportation systems, IFAC Symposium, Chania, Greece, 1997*. – P. 452-463.
3. Нийл Б., Кэтенис Э., Хайндс Д. *Транспорт // Исследование операций*. Т 2. – М.: Мир. – 677 с.
4. Алексеев О.П., Алексеев В.О., Сериков С.А. Повышение эффективности диспетчерского управления общественным пассажирским транспортом // *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. – 2003. – № 51. – С. 51-56.
5. Лігум Ю.С. *Автоматизовані системи керування технологічними процесами автомобільного транспорту*. – К.: ІСДО, 1993 – 196 с.
6. Alekseev O.P. *The integrated approach to valuation condition of transport systems* // *Transport systems, IFAC/IFIP/IFOPS Symposium, Chania, Greece, 1997*. – С. 175-177.
7. Горячевская И.В., Кузмин А.Я. Автоматизация процесса разработки и отладки алгоритма обработки изображений для СТЗ // *Штучний інтелект*. – 2004. – №2. – С. 269-273.

Надійшла 9.06.2006

**Рецензент:** доктор фізико-математичних наук, професор С.В. Смеляков,  
Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба.