

APPLICATION OF MODERN COGNITIVE IT TECHNOLOGIES ON THE BASIS OF ONTOLOGICAL APPROACH TO INCREASE THE EFFICIENCY OF ORGANIZATIONAL EFFICIENCY OF THE STREET AND ROAD NETWORK AND ITS COMPONENTS IN THE CITY OF KHARKIV

Dahmani Mohamed¹

Received: 2021-09-01

Accepted: 2021-10-21

DOI: <http://doi.org/10.46489/gpj.2021-1-3-18>

Abstract. This article analyzes the use of cognitive IT technologies on the basis of an ontological approach to improve the efficiency of the organization of the street and bus network and its elements in the city of Kharkiv. It was found that the system of monitoring and regulation of traffic flows in the city of Kharkiv using modern cognitive IT technologies is a system designed to support the adoption of decisions to improve the efficiency of the organization of street and highway network and its elements in the city. The main objectives that are being resolved (or in the future can be resolved) within the system of monitoring and regulation of traffic flow in the city of Kharkiv are: cost reduction and increased speed of communication for all types of vehicles through the development and further implementation of traffic management systems for the real time scale; constant dynamic development of trade and transport centers and transportation; reduction in the number and level of importance of road and transport vehicles; Reducing the number of toxic chemicals from vehicles in the environment, the formation of the sector safety of components of transport infrastructure, operational monitoring of the characteristics of the road traffic, operational management of traffic flows, creating and improving the electronic system of transport payments. It was suggested that for the formation of the structure of the system of monitoring and control of traffic flow in the city of Kharkiv, ontological model of street and road network of the city of Kharkiv, which is conditionally divided into two models - informational and functional-component.

It is stated that the information model of the street and road network of the city of Kharkiv provides characteristics and description of information flows, is used to represent and describe these flows, the architecture of software modules and data in the environment of the system of monitoring and regulation of traffic flows.

Some components of the monitoring and control system can be built using Polydra's Web-based components and function only in its composition, but most of the components can be implemented, As individual modules of Polydr Web-based environment and on the local expert's machine (the operator of the monitoring and traffic control system) (as a separate automated workplace).

Keywords: IT technologies, ontological approach, street and road networks, efficiency, cognitive system Polyhedron.

¹ Dahmani Mohamed, graduate student, Department of Municipal Economy, Faculty of Urban Planning and Spatial Planning, Architecture and town planning study office, Algeria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3906-803X>

ВСТУП

Постійне зростання інтенсивності дорожнього руху, значна кількість дорожньо-транспортних пригод, збільшення заторів на основних маршрутах міст призводять до необхідності підвищення ефективності організації руху, оптимізації міських вулично-шляхових мереж і удосконалення їх транспортного обслуговування, а також забезпечення дорожньої безпеки при функціонуванні автомобільного транспорту.

Внаслідок великої концентрації вздовж головних магістралей міста комерційних об'єктів (наприклад, офіси та торгові об'єкти) постійно спостерігається низька пропускна здатність у зв'язку з перешкодами руху у вигляді зупинок міського пасажирського транспорту, множинних пішохідних переходів та вуличних парковок. Гостро виникає потреба у даних щодо фактичного стану завантаження магістралей міста під час планування, реконструкції та управління дорожнім рухом.

Ефективна робота вулично-шляхових мереж міста можлива за умови: постійного контролю використання фактичної величини пропускної здатності на конкретних елементах міських магістралей; оцінювання ступеня завантаженості окремих елементів вулично-шляхових мереж; розроблення та оперативної реалізації заходів, що компенсують перешкоди руху з урахуванням фактичного значення рівня завантаження елементів вулично-шляхових мереж для забезпечення високих ефективності та безпеки руху. Всі ці завдання реалізуються під час застосування сучасних когнітивних ІТ-технологій на основі онтологічного підходу для підвищення ефективності організації вулична-шляхової мережі та її елементів у місті Харкові.

Слід відзначити, що використання онтологічного підходу під час вирішення таких завдань, характеризує цей процес знаннево-орієнтованим, що пов'язаний із розробленням та застосуванням різних засобів оброблення даних, як пасивної системи мережових знань. Побудові та використанню можливостей таких знання-орієнтованих ІТ-платформ були присвячені дослідження, таких науковців як: А. Анісімов, П. Андон, Т. Гаврилова, В. Глушков, О. Овдій, Д. Поспелов, К. Соловйова, В. Хорошевський, А. Яловець, О. Corcho, М. Fernandez-Lopez, М. Gruninger, N. Guarino, Lee J. McGuinness D., N. Noy та інших.

Таким чином, зазначені обставини вимагають дослідження, застосування сучасних когнітивних ІТ-технологій на основі онтологічного підходу для підвищення ефективності організації вулична-шляхової мережі та її елементів у місті Харкові.

Мета статті – аналіз застосування сучасних когнітивних ІТ-технологій на основі онтологічного підходу для підвищення ефективності організації вулична-шляхової мережі та її елементів у місті Харкові

РЕЗУЛЬТАТИ

Семантичний аналіз інформаційних ресурсів інваріантних до їх форматів реалізується за допомогою сучасних когнітивних ІТ-технологій. Застосування цих сервісів забезпечує розгляд усього змісту інформаційних ресурсів як єдиного наративу. Основними функціями когнітивних сервісів є: структуризація та класифікація даних, синтез необхідних документів за допомогою семантичного аналізу, виявлення властивостей інформаційних процесів й забезпечення процесів вибору та прийняття оптимальних рішень і формування прогнозів їх подальшого розвитку (Hahanov, 2017).

Когнітивні ІТ технології дозволяють повністю інтегрувати усі інформаційні ресурси в рамках реалізації системи моніторингу та регулювання транспортних потоків (далі – СМРТП) на базі єдиного інформаційного простору. Цей підхід забезпечить доступ до необхідних даних кожному із суб'єктів СМРТП відповідно їх функціональним завданням та посадовим інструкціям, а також формування технологічних умов для ефективної взаємодії між ними в процесі моніторингу та регулювання транспортних потоків у місті (Ziarmand, 2016).

Вирішення проблемних питань будь-якої предметної області передбачає її контекстний аналіз, оцінювання стану, вибір способів їх вирішення, визначення та формування складових часткових практичних завдань, що представлені за допомогою термінів цієї предметної області. Впершу чергу, це стосується систем підтримання процесів прийняття рішень (СППР) (до яких відносяться системи моніторингу та регулювання транспортних потоків у місті), для яких властиво виникнення на кожному етапі проблемних ситуацій, що можливо представити, як певні судження, що дозволить визначити певні завдання (Kane, 2002).

Застосування онтологічних (або інформаційних когнітивних) систем за допомогою термінів в конкретній предметній області забезпечує виокремлення набору типових практичних задач, розв'язки яких забезпечать вирішення проблемної ситуації. Онтологічне супроводження цих процесів забезпечує необхідне, у сенсі достовірності, описання множин станів кожного з етапів вирішення проблемної ситуації на основі термінів предметної області, а також необхідну алгоритмічну виводимість наступних кроків щодо отримання розв'язків сформульованих типових практичних задач.

Визначено, що оптимальним рішенням для моніторингу та регулювання транспортних потоків у місті (і, зокрема, у Харкові) є використання інформаційної когнітивної системи Поліедр. Це дозволить суттєво зменшити транспортні витрати, підвищити якість транспортних послуг, покращити рівень безпеки та екологічної обстановки у місті.

Суттєвими перевагами у порівнянні з існуючими ІТ-платформами, інформаційної когнітивної системи Поліедр (на базі якої може бути сформована СМРТП у місті Харкові) будемо вважати:

- наявність когнітивних сервісів для опрацювання великого обсягу неструктурованих просторово-розподілених даних операторами (експертами);
- можливість трансдисциплінарної інтеграції різноманітних ІТ-платформ, спеціалізованого програмного забезпечення та баз даних (знань), що побудовані за різними принципами та стандартами;
- можливість підтримки процесів прийняття рішення на основі результатів опрацювання (це і структуризація, аналіз, прогнозування, ранжування та тощо) великого обсягу неструктурованої інформації у відповідності до заданих операторами показників.

Створення СМРТП у місті Харкові на основі використання інформаційної когнітивної системи Поліедр дозволить підвищити ефективність організації вулична-шляхової мережі та її елементів у місті Харкові. Реалізація такої системи дозволяє вирішувати наступні завдання щодо:

- управління дорожнім рухом (запровадження процедур

- ситуативного управління транспортними потоками);
- виявлення складних ситуацій на вулично-шляхових мережах міста (формування систем розв'язок, мостових споруд, аеропортів, залізничних станцій, автостанцій, встановлення місць концентрації дорожньо-транспортних пригод);
- попереднього та під час руху інформування усіх учасників дорожнього руху;
- моніторингу характеристик транспортних потоків (забезпечуючи контроль змінювання параметрів транспортних потоків на всіх розв'язках та перегонах і, побудова постійно діючої транспортної онтологічної моделі, що функціонує в режимах реального часу);
- відеоспостереження (для оповіщення чергових служб, повного відео-покриття мережі, створення єдиної системи надання он-лайн відеоінформації та тощо);
- підтримання безперервного, надійного та якісного зв'язку і передавання інформації для забезпечення всіх учасників дорожнього руху необхідними сервісними послугами;
- моніторингу метеорологічної обстановки;
- моніторингу функціонування дорожньої техніки.

Отже, застосування СМРТП у місті Харкові на основі використання інформаційної когнітивної системи Поліедр забезпечить: зменшення витрат паливо-мастильних матеріалів і рівня зношування транспортних засобів шляхом ефективного планування маршрутів переміщення, а також скороченням тривалості та кількості заторів; зменшення витрат часу пасажирів громадського наземного транспорту шляхом збільшення

швидкості доставки і скорочення середньої тривалості поїздки; зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Для онтологічного підходу дуже важливим є взаємозв'язки між концептами, завдяки яким онтологія відображає структуру концептів та усі відносини між ними, а також у комплексі описує певну предметну область. Виділяють три основні види взаємозв'язків між концептами: топологічні, композиційні та таксономічні. Більш детально розглянемо такі види взаємозв'язків між концептами.

Таксономічні взаємозв'язки відображають клас відношень «є видами» чи відношень «загальні – часткові». Топологічні взаємозв'язки характеризують кожен із складових системи, варіанти взаємодії між ними та їх просторове розміщення. Композиційні взаємозв'язки відображають відношення «є частинами» систем.

Слід розрізняти фундаментальні онтології (для опису певної предметної області з максимальною формалізацією) та прикладні онтології, які формалізовані у відповідності до умов практичної діяльності експертів певної предметної області. Онтологія, призначена для підтримання розв'язання задачі інформаційного пошуку з урахуванням значень термінів певної предметної області.

Основні підходи до створення онтології певної предметної області розглянуто Н. Ноем та Д. МакГіннесом. За результатами своїх досліджень, ці вчені стверджують наступне:

- процес моделювання будь-якої певної предметної області є багатоальтернативним;
- створення онтології має бути ітеративним процесом, що передбачає неодноразове

проходження в рамках онтології та її коригування, за необхідністю;

- всі складові онтологій мають бути як можна більше близькими (фізичним чи логічним) об'єктам та відношенням визначеної певної предметної області (Soklakova, 2016).

У вузькому сенсі онтології не призначені для вирішення актуальних інженерних завдань. Вони призначені для підтримання експертних, пошукових, інтелектуальних, проблемно-орієнтованих, Data Mining систем, шляхом надання точної й програмно-інтерпретованої інформації щодо певної предметної області. Далі необхідно розглянути наступні складові, що мають бути враховані під час створення та застосування онтології: формальні моделі, концептуальну структуру одиниці, обчислювальну функціональність (Chumachenko, 2015).

Формальні моделі розглядають як описи концептуальної системи (що формалізовані на основі деякої мови представлення знань).

Концептуальна структура одиниці пов'язана з проблемою вибору та рівнем деталізації, розпізнавання контекстів в тексті, їх статусом, визначення меж для них та лексичних варіантів.

Обчислювальна функціональність ґрунтується на: представленні та логічному обробленні різних відношень таксономій, об'ємних сумісності чи несумісності, предметно-асоціативних відношень; підтриманні представлення та логічного оброблення кількісних даних; уніфікації прийнятих термінів; упорядкуванні процедурної складової описів об'єктів; аксіоматизації усіх описів процесів, причинно-наслідкових зв'язків та відповідної процедурної складової.

Процесам створення універсальних онтологій притаманні наступні протиріччя: завдання створення

універсальних онтологій є більш привабливими у порівнянні з побудовою складних способів визначення відповідності між незалежними онтологіями. Наочно, що ці напрямки можуть і мають співіснувати.

До типових вимог щодо онтології належать: відкритість, гнучкість, користувальницька універсальність, модельна та змістовна масштабованість.

Відкритість відповідає за додавання різних видів понять, відкритість до лексичних форм природної мови та інших варіантів понятійної інтерпретації слів із лексикону існуючих онтологій.

Гнучкість відображає можливість швидко та просто оновлювати будь-які фрагменти онтологій, організовувати децентралізовані "багатоагентні" побудову й коригування онтології.

Вимога щодо модельної масштабованості відображає можливість представлення різних рівнів деталізації та формалізації концептуальної системи (наприклад, у вигляді: простої семантичної категоризації лексики – таксономії – повної термінологічної моделі – продукційної системи – логічної теорії).

Змістовна масштабованість характеризує можливість оперативно обирати будь-які елементи відповідно до заданих умов.

Вимога щодо користувальницької універсальності характеризує можливість застосування онтології в різних додатках.

Оскільки онтологія є інформаційно-обчислювальним ресурсом, що за допомогою знань експертів описує певної предметної області та може застосовуватися як джерело інформації різними ІТ-технологіями.

Типова онтологія складається із описів інтерпретаційних функцій (що характеризують властивості об'єкту і формують онтологію) та інформаційних

описів (з урахуванням об'єктно-орієнтованих процедур формалізації). Тому, саме, представлення інформаційної моделі для СМРТП у місті у вигляді певної онтології є виправданим та необхідним шляхом.

Онтологічна методологія побудована на основі об'єктно-орієнтованого підходу, для якого предметну прикладну область представляють як сукупність об'єктів, а процес взаємодії між ними – на основі семантичних зв'язків суджень, тверджень та висловлювань.

Стисло розглянемо основні теоретичні положення відповідно до цієї методології, що необхідні для подальшого викладення і розуміння сутності запропонованих в роботі результатів дослідження.

Об'єкт – це деяка реальна або абстрактна сутність, якій притаманні свій стан, поведінка і індивідуальність. Стан об'єкту описується сукупністю його властивостей, а його поведінка характеризується взаємодією з іншими об'єктами та представлена функціями (що називають методами). Саме, сукупність методів формує інтерфейс об'єкту. Індивідуальність об'єкту відображається такими властивостями, які характерні тільки для нього.

Створення необхідного операційного середовища СМРТП передбачає розгляд двох типів ієрархічної взаємодії між об'єктами – агрегації та зв'язків. Агрегація відображає характер відношень між цілим та його частиною (та представляється відповідною таксономією, тобто ієрархією об'єктів). Рівноправні відношення між об'єктами представляються зв'язками, через які вони взаємодіють один з одним.

Відповідно до логіки викладення, комп'ютерна онтологія певної предметної області буде представлена як певна непуста множина об'єктів, що має відповідати таким основним

вимогам: організація об'єктів має бути ієрархічною структурою зі скінченною множиною понять, що використано для опису заданої предметної області; для опису понять і відношень використовуються аксіоми та обмеження; опис аксіом та функцій інтерпретації має бути мовою формальної теорії; інтерпретація понять і відношень має здійснюватися на основі її загальнозначущих функцій (які знаходяться в електронних джерелах знань певної предметної області); бажано представлення структури як множини дводольних графів (вершини якого – це поняття, а дуги – це семантичні відношення між цими поняттями).

СМРТП у місті Харкові із застосуванням сучасних когнітивних ІТ-технологій є системою, що призначена для підтримки прийняття рішень щодо підвищення ефективності організації вулична-шляхової мережі та її елементів у місті. Основними завданнями, що вирішуються (та в перспективі можуть бути вирішені) в рамках СМРТП міста Харкова є: зменшення витрат та підвищення швидкості повідомлень для усіх видів автотранспорту шляхом розроблення та подальшого впровадження систем управління потоками транспорту для реального масштабу часу; постійний динамічний розвиток торгівельно-транспортних центрів та перевезень; зменшення чисельності та рівня важкості дорожньо-транспортних пригод; скорочення обсягів шкідливих речовин від транспортних засобів в навколишнє середовище; формування сектору безпеки складових транспортної інфраструктури; оперативний моніторинг характеристик дорожнього руху транспорту; оперативне управління транспортними потоками; створення та удосконалення електронної системи транспортних платежів.

На практиці програмна інженерія розглядає програмну систему як набір описів, що представлені математичними моделями, формалізмами та способами моделювання. Для формування структури СМРТП у місті Харкові будемо використовувати онтологічну модель ВШМ міста Харкова, яку умовно розділимо на дві моделі – інформаційну та функціонально-компонентну.

Інформаційна модель ВШМ міста Харкова представляє характеристики та описання інформаційних потоків, використовується для представлення і опису цих потоків, архітектури програмних модулів та даних у середовищі СМРТП.

Під час створення та функціонування СМРТП міста Харкова слід враховувати складності, що пов'язані з процесами масштабування та забезпечення необхідних швидкодії й надійності. Для подолання цих складностей на практиці використовують трирівневу архітектуру: рівень представлення,

рівень логіки та рівень даних, а також має бути клієнтська програма, сервера додатків та баз даних. Але на практиці, за умови обмежень на наявні обчислювальні ресурси, побудова СМРТП з такою архітектурою є досить складним процесом, що залежить від багатьох факторів.

ВИСНОВКИ

Таким чином, структура СМРТП міста Харкова ґрунтується на зазначених вище моделях та є набором взаємонезалежних програмних продуктів. Певні складові СМРТП можуть бути побудовані з використанням Web-орієнтованих компонентів Поліедра та функціонувати лише в її складі, але більша частка складових може бути реалізована, як окремі модулі зі складу Web-орієнтованого середовища Поліедр, так і на локальній машині експерта (оператора СМРТП) (як окреме автоматизоване робоче місце).

References

Chumachenko, S. et al. (2015). Quantum data structures for SoC design. *Proc. of the 13th International Conference "IEEE Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)"*. Polyana-Lviv, 355-357.

Hahanov, V. et al. (2017). Cloud-Driven Traffic Monitoring and Control Based on Smart Virtual Infrastructure. *SAE Technical Paper. USA*. <https://doi.org/10.4271/2017-01-0092>.

Kane, L., Behrens R. (2002). Transport planning models – an historical and critical

review. *Urban Transport Research Group, University of Cape Town*. <http://repository.up.ac.za/bitstream/handle/2263/7834/037.pdf?sequence=1>.

Soklakova, T., Ziarmand, A. & Osadchyieva, S. (2016). Big data visualization in smart cyber university. *Proc. of the IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*. Yerevan, Armenia, 469-473.

Ziarmand, A., Kucherenko, D., Soklakova, T. (2016). Transport monitoring and control systems. *Proc. of the IEEE East-West Design & Test 200 Symposium (EWDTS)*. Yerevan, Armenia, P. 474-477.