

УДК 711.4:004

Мищенко О.Д.

Київський національний університет будівництва і архітектури  
(КНУБіА)

### **Мультиагентні технології як основа для управління містобудівними системами**

*Мищенко О.Д. Мультиагентні технології як основа для управління містобудівними системами. В статті розглянуто питання доцільності використання мультиагентних технологій, як перспективного напрямку в області штучного інтелекту для управління містобудівними системами. Визначені особливості представлення знань в предметній області - створення онтологій. Розкрито методологія побудови онтологій.*

*Мищенко Е.Д. Мультиагентные технологии как основа для управления градостроительными системами. В статье рассмотрен вопрос целесообразности использования мультиагентных технологий как перспективного направления в области искусственного интеллекта для управления градостроительными системами. Определены особенности представления знаний в предметной области - создания онтологий. Раскрыта методология построения онтологий.*

*E. Mishchenko. Multiagent technology as the basis for the management of town planning systems. The article discussed the feasibility of using multiagent technology as a promising area of artificial intelligence for the management of town planning systems. Identified features of knowledge in the subject area - the creation of ontologies. Disclosed the methodology for constructing ontologies.*

Для вирішення назрілих проблем сучасних міст, необхідно мати повноцінну систему управління процесами функціонування і розвитку населених пунктів.

Населений пункт, особливо велике місто, є дуже складною системою з безліччю підсистем, що взаємодіють між собою, територіального, економічного, соціального, демографічного,

екологічного і тому подібне типів, які можна виділити як окремі, самостійні підсистеми, так і розглядати їх в комплексі, як єдину містобудівну систему.

Складність будови міста, його постійна зміна в часі, необхідність ухвалення рішень щодо його розвитку з врахуванням зміни чинників і умов, що визначають ці зміни, вимагають залучення величезних масивів всілякої інформації, що стосується як стану об'єкту, його функціональних елементів і систем, так і чинників і умов, що визначають їх функціонування і розвиток.

Для ухвалення оперативних рішень, забезпечення державних і місцевих органів управління, фізичних, юридичних осіб і інших зацікавлених сторін актуальною, необхідною і достатньою інформацією Законом України "Про основи містобудування", прийнятому в 1992 році було передбачено створення в кожному населеному пункті України містобудівного кадастру.

Містобудівний кадастр населених пунктів призначений для забезпечення здійснення моніторингу забудови та іншого використання території і надання суб'єктам містобудування необхідної інформації у порядку, встановленому законодавством. [1]

На базі Закону також затверджені і введені в дію державні норми ДБН Б.1-1-93 "Порядок створення і ведення містобудівних кадастрів населених пунктів". У цих нормах описана система даних, яка має відображувати в містобудівному кадастрі, – це і приналежність територій до відповідних функціональних зон, їх сучасне і перспективне призначення, екологічна, інженерно-геологічна ситуації, стан забудови і інженерного забезпечення, характеристики будівель і споруд на землях всіх форм власності і так далі, тобто інформація, яка використовується для вирішення завдань:

- прогнозування розвитку, планування і забудови населених пунктів;
- розміщення, проектування, будівництва і реконструкції об'єктів житлово-громадського, виробничого, комунального і іншого призначення;
- охорона пам'яток архітектури і містобудування, регенерації історичних поселень;

- створення соціальної, інженерної і транспортної інфраструктури;
- регулювання земельних стосунків на відповідних територіях;
- визначення зон економічної оцінки територій, обґрунтування розмірів оподаткування і вартості земельних ділянок, будівель і споруд з врахуванням місцевих умов:
- обліку власників і користувачів будівель і споруд;
- контролю над раціональним використанням територіальних ресурсів, аналізу реалізації затвердженої містобудівної документації і інше. [2]

Рівень і об'єми необхідної зараз інформації про місто і про процеси, які в нім відбуваються, настільки великі, що вже неможливі її обробка, аналіз і розуміння без сучасних апаратно-програмних засобів. Тому стає край необхідним створення автоматизованої інформаційної системи на основі сучасних комп'ютерних технологій і телекомунікацій.

Автоматизація містобудівного проектування є одною з найважливіших умов підвищення ефективності управління процесами розвитку населених місць. Роль цілеспрямованого регулювання - управління процесами формування міського середовища, що, в найбільшій мірі, відповідає сучасним потребам населення, його діяльності в побутовій сфері, сфері виробництва, комунікації. Вона зростає у міру ослаблення адміністративних методів управління соціальними процесами і економікою, посилення ринкових механізмів. Це пов'язано з необхідністю посилення координуючої функції органів місцевого самоврядування зважаючи на істотне ускладнення об'єкту управління, яке викликане розширенням форм власності, кількості замовників, інвесторів, підрядних і проектних організацій, зростанням числа юридичних і фізичних осіб, що беруть участь в містобудівному процесі, в раціональному використанні ресурсів міського розвитку, інженерної, транспортної і соціальної інфраструктури. [3]

Враховуючи важливість сучасних підходів до управління містобудівними системами державними і місцевими органами управління, науково-дослідними організаціями, вищими навчальними закладами, а також окремими вченими ведеться

активна робота із створення автоматизованої інформаційної системи, яка міститиме всі необхідні дані по міських об'єктах. Варто відзначити, що роботи по автоматизації містобудівного проектування почалися одночасно з розробкою Генерального плану Києва (1980 - 1986 рр.). У цей період Управлінням генплану Київпроекту і НПО "Горсистемотехніка" був розроблений проект містобудівного банку даних /ГБД/.

Містобудівний банк даних – це спеціалізована автоматизована система обробки містобудівних даних, які містять комплекс інформаційних, організаційних, технічних, програмних засобів і ресурсів, здатних своєчасно і ефективно забезпечувати необхідною достатньою інформацією завдання різних стадій містобудівного проектування і управління розвитком міста. [4]

При створенні будь-якої автоматизованої системи завдання розділяється на розробку окремих видів забезпечення: організаційного, методичного, технічного, програмного і інформаційного. Але не можна розглядати ці етапи як окремі самостійно вирішувані завдання. Створення і ведення подібної системи забезпечується сукупністю всіх видів забезпечення.

Інформаційне забезпечення є розробкою інформаційної моделі містобудівного об'єкту, що є результатом структуризації всіх його елементів, їх характеристик і показників, які визначають ретроспективний, існуючий і перспективний стан містобудівного об'єкту. [4] Практика показує, що ефективне використання інформації багато в чому визначається мірою її впорядкування і структуризації. Складність подальшої розробки інформаційної системи забезпечення процесів проектування і управління розвитком містобудівних систем пов'язано з недостатньою розробкою принципів класифікації і кодування структурних елементів міських об'єктів, а також методів структуризації цих елементів та їх показників.

Разом з глибоким опрацюванням структури інформаційної моделі об'єкту, ми повинні орієнтуватися на тенденції розвитку сучасних інформаційних і телекомунікаційних технологій.

Особливу увагу варто приділити методам штучного інтелекту, які до теперішнього часу знаходили вживання переважно в дослідницьких роботах.

Мультиагентні системи — один з перспективних напрямів в

області Штучного Інтелекту, що розвиваються найдинамічніше. Вони є програмними системами принципово нового покоління, що базуються на фундаментальних ідеях самоорганізації і еволюції і поступово набувають якостей, які властиві живим організмам і їх колективам.

Початок побудови моделей і вживанню штучних мультиагентних систем на практиці покладено в 1960-х роках. В цілому, мультиагентні системи або агентно-орієнтоване програмування є наступним кроком в розвитку об'єктно-орієнтованого програмування (ООП) і інтегрують в собі досягнення останніх десятиліть у сфері штучного інтелекту, паралельних обчислень і телекомунікацій.

В умовах постійної зміни оточення, невизначеності, неповноцінності знань, невірогідності інформації, на основі додаткових відомостей, що отримують в процесі вирішення проблеми, стає все важче приймати якісні та ефективні рішення. [5] При цьому можливості вживання традиційних підходів до прийняття рішень, що базуються на методах системного аналізу, імітаційного моделювання, дослідження операцій, теорії ігор і ряду інших, що стали вже класичними методами, виявляються вельми обмеженими. [6]

Так в системному підході будь-яка складна взаємодія представляється через роботу простіших і незалежних підсистем, які часто виявляються взаємозалежними один від одного, або, принаймні, істотно впливають один на одного; у дослідженні операцій процес ухвалення рішень полягає в знаходженні оптимальної стратегії поведінки в заданих умовах, які, проте, насправді весь час міняються і передивляються; при імітаційному моделюванні формалізована модель об'єкту або процесу ніяк не може поповнятися або уточнятися «на ходу»; у теорії ігор правила поведінки гравців також заздалегідь визначені і відомі для всіх гравців, їм відомі і всі учасники і так далі.

Часто класичні методи вирішення завдань або непридатні до реального життя, або вони вимагають абсолютно невірогідних об'ємів розрахунків (для яких не вистачить потужності всіх сучасних комп'ютерів), або вони зовсім відсутні.

Для вирішення цієї проблеми необхідні якісно нові інтелектуальні програмні системи для підтримки процесів

ухвалення рішень. Однією з можливих шляхів створення вказаних систем зв'язується з мультиагентними системами (МАС)

Суть мультиагентних технологій полягає в принципово новому методі вирішення завдань. Термін мультиагентні системи використовується для позначення систем, що складаються з безлічі автономних модулів – агентів.

На відміну від традиційних систем, в яких рішення шукається за допомогою централізованих, послідовних і детермінованих алгоритмів, в мультиагентних системах рішення досягається в результаті розподіленої взаємодії безлічі самостійних цілеспрямованих модулів - так званих агентів. Рис.1. [8]

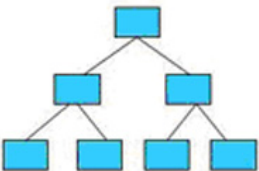
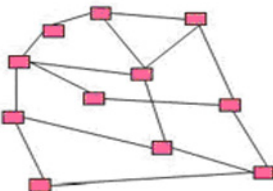
Традиційні системи	Мультиагентні системи
	
Така програма централізована, має ієрархічну структуру і монолітні компоненти, виконує детерміновані алгоритми.	Мережа агентів (програмних об'єктів), що самоорганізуються, постійно та паралельно працюють над встановленням та переглядом зв'язків. Кожен агент є автономним і прагне до досягнення своєї власної мети.

Рис 1. Модель побудови програмного забезпечення

Ключовим елементом цих систем стає автономний програмний агент, здатний сприймати ситуацію, приймати рішення і спілкуватися з іншими агентами. [5]

Порівняльна характеристика між автоматизованими і інтелектуальними системами проілюстровані в нижче приведеній таблиці 1.

Таблиця 1.

## Порівняльна характеристика систем

	<b>Автоматизовані системи</b>	<b>Інтелектуальні системи</b>
Основні характеристики	Передбаченість, повторюваність, ієрархічна структура	Гнучкість, чуйність, самоорганізація
Механізми досягнення основних характеристик	Задані алгоритми, пам'ять; інтеграція	Здатність будувати припущення; знання; навчання, робота в мережі
Основні недоліки	негнучкість	Ризик здійснення помилки
Механізми подолання недоліків	модуляції	Розподіл інтелекту, повноцінне використання наявних знань, уміння вчитися на своєму досвіді
Сфери застосування	Стабільні середовища, довготривале виробництво, масове виробництво	Непередбачувані середовища, виробництво, що часто змінюється, індивідуальне виробництво, короткочасні періоди освоєння нової продукції

Практично у всіх роботах, де дається визначення, що таке агент і які його базисні властивості, загальним містом стало зауваження про відсутність єдиної думки із цього приводу. Фактично, використовуючи поняття “агента”, кожен автор

визначає свого агента з конкретним переліком властивостей.

Можна зупинитися на наступній нейтральній концепції: Інтелектуальні агенти – програмні об'єкти (особливий рід комп'ютерних програм), здібні до взаємодії один з одним і аналізу інформації, яка отримана через їх повідомлення один одному.

Вони описуються рядом основних властивостей, які характеризують поняття агента:

- адаптивність: агент має здатність навчатися;
- автономність: агент працює як самостійна програма, ставлячи собі цілі і виконуючи дії для досягнення цих цілей;
- здібність до міркувань: агенти можуть володіти частковими знаннями або механізмами виводу, наприклад, знаннями, як наводити дані з різних джерел до одного вигляду. Агенти можуть спеціалізуватися на конкретній предметній області;
- комунікативність: агенти можуть спілкуватися з іншими агентами;
- мобільність: здатність до передачі коду агента з одного сервера на іншій.

Основними елементами інтелектуального агента, є бази знань в певній сфері життєдіяльності, що містять моделі простих цінностей і стосунків, і алгоритми аналізу, навчання і ситуативної орієнтації. Для збереження простоти агента, область його діяльності має бути дуже вузькою. [9]

Однією з ключових особливостей мультиагентних систем є використання разом з мультиагентними технологіями, онтологій (семантичних мереж) для уявлення знань про конкретну предметну область.

На основі онтології, яка описує, що можливо в реальному світі, можна специфікувати вихідну проблемну ситуацію, яка пред'являється МАС для знаходження загального рішення, і яка використовується агентам для аналізу вихідних даних і вироблення варіантів їх локальних рішень. [8]

Термін «онтологія» спочатку мав філософський зміст, але в інформатиці він набув самостійного значення.

Онтологія в інформатиці — це спроба всеосяжної і детальної формалізації деякої галузі знань за допомогою концептуальної схеми. Зазвичай така схема складається з ієрархічної структури



даних, що містить всі релевантні класи об'єктів, їх зв'язки і правила (обмеження), прийняті в цій області. Іншими словами, це формалізований опис знань про предметну область.

У літературі по штучному інтелекту міститься багато визначень поняття онтології. У цій статті онтологія – формальний опис понять (класів) в даній предметній області, властивостей (слотів) кожного поняття, і обмежень, накладених на слоти (фацетов). Онтологія разом з набором індивідуальних екземплярів класів утворює базу знань.

Існує ряд причин необхідності розробки онтологій:

- можливість спільного використання людьми або програмними агентами загального розуміння структури інформації;
- можливість повторного використання знань в предметній області;
- можливість зробити допущення предметної області явними;
- відділення знань в предметній області від оперативних знань.
- аналіз знань в предметній області. [7]

Однією з переваг використання онтологій як інструмента пізнання є системний підхід до вивчення предметної області. При цьому досягаються:

- систематичність – онтологія представляє цілісний погляд на предметну область;
- одноманітність – матеріал, представлений в єдиній формі набагато краще сприймається і відтворюється;
- науковість – побудова онтології дозволяє відновити логічні зв'язки, яких бракує у всій їх повноті. [10]

У простому випадку побудова онтології зводиться до:

- виділення концептів – базових понять даної предметної області;
- побудови зв'язків між концептами – визначенню стосунків і взаємодій базових понять.

У основу методології по створенню онтології ліг інтерактивний підхід. Процес розробки онтології складається з семи кроків:

- визначення області і масштабу онтології;
- розгляд варіантів повторного використання існуючих онтологій;

- складання списку найбільш важливих термінів в онтології;
- визначення класів і ієрархії класів;
- визначення властивостей класів – слотів;
- визначення обмежень властивостей класів;
- створення екземплярів. [7]

Ключовим моментом в проектуванні онтологій є вибір відповідної мови специфікації онтологій. Онтологія може описуватися різними засобами і сьогодні існує декілька мов опису онтологій. Існують традиційні мови специфікації онтологій (Ontolingua, CYCL, мови, засновані на дескриптивних логіках, такі як LOOM, і мови, засновані на фреймах, - OKBC, OCML, Flogic). Пізніші мови, засновані на Web-стандартах, такі як XOL, SHOE або UPML, RDF(S), DAML, OIL, OWL створені спеціально для обміну онтологіями через Web.

### Висновки

Використовуючи досвід вживання інтелектуальних мультиагентних технологій, ми маємо можливість спростити процес створення і ведення системи інформаційного забезпечення процесів проектування і управління розвитком містобудівних систем, уникаючи ряду проблем, що стримують рішення даної задачі, таких як:

- зберігання і обробка великих об'ємів інформації, необхідної для ухвалення містобудівних рішень;
- відсутність в централізованому документообігу необхідних даних, здатних в повному об'ємі описати стан містобудівного об'єкту;
- розпорошеність і зберігання інформації по різних організаціях і відомствах.

Таким чином, найважливішим завданням містобудівної теорії є формалізація знань про предметну область, шляхом уточнення і впорядкування понятійного апарату, термінології, визначення елементів, явищ і процесів, створення ієрархічної структури даних, виявлення всіх зв'язків і обмежень, прийнятих в цій області – розробці онтологій. Як об'єкт ми розглядаємо місто, міське середовище, як носія матеріальної складової, що включає природні і техногенні компоненти містобудівної системи.

### Література

1. Закон України „Про основи містобудування” N 2781-ХІІ від 16.11.92
2. ДБН Б.1-1-93. Порядок створення і ведення містобудівних кадастрів населених пунктів. Система містобудівної документації. Державні будівельні норми України. - К.: Держбуд України, 1993.
3. Демин Н.М., Колчанов В.Л., Осетрин Н.Н., Оситнянко А.П., Сынгаевская А.И., Чеберячко А.П. Прогнозирование развития и управления функционированием городов и урбанизированных территорий на базе современных информационных технологий (обобщение опыта). – Киев, НИИТИАГ, 1993. Рег.№ ІК 0395U002759.
4. Містобудування. Довідник проектувальника. Друге видання, доповнене./За загальною редакцією д-ра архіт. Т.Ф. Панченко/. –К.: Укразхбудінформ, 2006. – 192 с.
5. Скобелев П.О. Открытые мультиагентные системы для поддержки процессов принятия решений при управлении предприятиями // Известия Самар. науч. центра РАН. - 2001. - Янв.-июнь.- С. 71-79.
6. Таран Т.А. Моделирование и поддержка принятия решений в когнитивных конфликтах// Известия академии наук. Теория и системы управления. 2001. №4.
7. Natalya F. Noy, Deborah L. McGuinness. Ontology Development 101: A Guide to creating Your First Ontology // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880
8. <http://www.kg.ru/technology/multiagent/> Мультиагентные технологии.
9. [http://www.iteam.ru/publications/logistics/section\\_80/article\\_2689/](http://www.iteam.ru/publications/logistics/section_80/article_2689/) Джордж Ржевський. Мультиагентные системы в логистике и е-коммерции.
10. <http://www.basegroup.ru/library/methodology/ontology/> Некипелов Н., Шахиди А. Онтология анализа данных.