

УДК 519.68

Ю.М. Тесля

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій

Є.Є. Шабала

Асистент кафедри інформаційних технологій

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

РЕФЛЕКТОРНА СИСТЕМА ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ДОВІЛЬНИХ ТЕКСТІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕМАТИКИ

Розглянуто підхід до застосування елементів штучного інтелекту для розробки інтелектуальної інформаційної системи формування, ведення та актуалізації ресурсної нормативної бази в будівництві.

Ключові слова: *нормативна база, інтелектуальна система, прогнозування, штучний інтелект, онтології, будівельний процес, фрагмент тексту, база даних, база знань*

Рассматривается подход к применению элементов искусственного интеллекта для разработки интеллектуальной информационной системы формирования, ведения и актуализации ресурсной нормативной базы в строительстве.

Ключевые слова: *нормативная база, интеллектуальные системы, прогнозирование, искусственный интеллект, онтологии, строительный процесс, фрагмент текста, база данных, база знаний*

An approach to the use of elements of artificial intelligence to develop intelligent information processing system, keeping and updating of the resource in the construction of the regulatory framework.

Key words: *normative base intelligent system, forecasting, artificial intelligence, ontologies construction process, piece of text, database, knowledge base*

Постановка проблеми

Рівень кошторисного нормування і стан нормативно-інформаційної бази кошторисного ціноутворення сильно впливає на стан інвестиційно-будівельної сфери. Нормативна база впливає на дотримання вимог надійності й безпеки будівельних об'єктів та регламентацію проведення перевірок відповідності продукції цим вимогам. При цьому нормативна база формується як на основі узагальнення практичного досвіду проектування та будівництва, так і результатів науково-технічних досліджень та розробок.

Прогнозування й регулювання процесів розвитку інвестиційно-будівельного комплексу потребують рішення безлічі взаємопов'язаних завдань, створення інформаційних систем державного й регіонального значення. У зв'язку з розвитком методів штучного інтелекту та вдосконалення програмних і технічних засобів обчислювальної техніки є можливість організації нового підходу до розробки таких інформаційних систем. Але дослідження в цій сфері

поки що не дали потрібних для будівельної галузі результатів. Тому є необхідність в створенні систем штучного інтелекту, які б давали змогу розв'язувати безліч задач в управлінні будівельною сферою [1].

Аналіз основних технологій

Під інформаційними технологіями для прогнозування будівельних процесів слід розуміти систему методів і засобів збирання, накопичення, зберігання, пошуку, обробки, аналізу, видачі даних, інформації та знань на основі застосування апаратних і програмних засобів відповідно до вимог, що висуваються користувачем. Під інтелектуальними системами слід розуміти сукупність взаємозв'язаних елементів, які утворюють єдине ціле, що виконує деяку функцію, а також описані мовою представлення знань [3].

Відомим способом створення інтелектуальних інформаційних систем, які необхідні для ефективного управління будівельними процесами, є мова програмування Лісп, яка використовується в

дослідженнях штучного інтелекту і в математичній лінгвістиці. Він є одночасно як мовою прикладного, так і системного програмування. У Ліспі імена символів, змінних, списків, функцій та інших об'єктів не закріплені попередньо за якими-небудь типами даних. Типи загалом не пов'язані з іменами об'єктів даних, а супроводжують самі об'єкти. Таким чином, змінні можуть у різні моменти часу представляти різні об'єкти.

Ще одним способом створення таких систем є Prolog.

Prolog – це здійснена компанією Borland International реалізація мови програмування високого рівня. Prolog компіляторного типу відрізняє більша швидкість компіляції й рахунку. Prolog призначений для видачі відповідей, які він логічно виводить за допомогою своїх потужних внутрішніх процедур. Завдяки наявності потужних засобів зіставлення, Prolog придатний не тільки для використання в застосуваннях, що належать до області штучного інтелекту й обробки природно-мовних конструкцій, але також використовується в таких традиційних областях, як, наприклад, керування базами даних. Мова програмування Prolog базується на обмеженому наборі механізмів, що включають до себе зіставлення зразків, деревоподібне представлення структур даних та автоматичне повернення.

Цей невеликий набір створює дивовижно потужний та гнучкий програмний апарат. Prolog дуже добре застосовувати для розв'язання задач, в яких фігурують об'єкти (зокрема структури) та відносини між ними.

У галузі штучного інтелекту й інформаційних технологій достатньо активно розвивається напрямок онтологій. Онтологічний інжиніринг розвиває основні положення інженерії знань – науки про моделі і методи добування, структуризації та формалізації знань. Зазвичай під онтологією розуміють специфікацію концептуалізації предметної області, де під концептуалізацією розуміється опис множини об'єктів і зв'язків між ними [6].

Як приклад онтології предметних областей наведемо короткий опис онтології підприємства «The Enterprise Ontology». Метою створення Enterprise Ontology було забезпечення підприємству можливості успішно справлятися з швидко мінливим зовнішнім середовищем. Основним засобом для досягнення цієї мети є вдосконалення бізнес-планування на основі моделювання, покращення комунікацій та інтеграції інформаційних та бізнес-процесів.

Інтеграція передбачає отримання різних точок зору на ситуацію і процеси, об'єднання завдань для їх використання взаємно ув'язаних інформаційних ресурсів і універсальних методів моделювання процесів та вирішення завдань.

У більш загальному сенсі, призначенням Enterprise Ontology є надання дієвої допомоги в галузі ефективного обміну інформацією та знаннями між різними користувачами, завданнями і системами.

Важливим елементом Enterprise Ontology, як і будь-якої іншої онтології, є терміни. Кожен термін вводиться в онтологію шляхом ретельного відбору. Визначення кожного терміна є необхідним і достатнім настільки, наскільки це можливо на природній мові. Термін визначається за допомогою базових слів разом з граматичними варіаціями. У Enterprise Ontology можуть перераховуватися і деякі пов'язані терміни: синоніми, близькі терміни та ін.

Проте навіть наявність потужних інструментальних програмних засобів не знімає проблем, пов'язаних з труднощами проектування та побудови самих онтологій, обробки знань, побудови інформаційної інтелектуальної системи, яка б вирішувала задачі, пов'язані з ефективним веденням нормативної бази в будівництві.

Мета статті

На сучасному етапі значно змінилися технічні вимоги до організації і технології будівництва, до будівельних матеріалів і конструкцій. На вітчизняному ринку з'явилися нові матеріали і технології з-за кордону. Вітчизняна нормативна база виявилася застарілою. Крім того, в чинних нормативних документах є велика кількість несумісних моментів і протиріч. Причини – недостатнє фінансування, відсутність належної координації технічних комітетів стандартизації, а також відсутність програмних засобів для ведення нормативної бази. Все це призводить до зниження рівня нормативних документів і потребує негайного врегулювання. Вирішення цих проблем можливе тільки за допомогою розробки гнучкої інтелектуальної інформаційної системи формування, ведення та актуалізації ресурсної нормативної бази в будівництві, що оперативно реагує на різноманітні ситуації в будівельній галузі. А для цього необхідно «навчити комп'ютер розуміти» природно-мовні тексти, що описують будівельні нормативи. Цьому питанню і буде присвячена стаття.

Виклад основного матеріалу

Стрімке збільшення інформації, яка використовується для підготовки та управління будівництвом веде до значних змін у методах роботи і вимагає не тільки автоматизації процесів обробки та аналізу даних, але також інтелектуалізації інформаційних та організаційних процесів, впровадження ефективних методів створення інтелектуальних технологій.

До інформаційних систем (ІС) нового покоління належать системи підтримки прийняття рішень та

інформаційні системи, побудовані на штучному інтелекті (інтелектуальні інформаційні системи).

Основними принципами побудови інформаційної системи є:

– спільність інформаційних масивів, тому що функціонування системи має здійснюватися на базі єдиних даних законодавчої та нормативно-довідкової інформації;

– комплексність інформації, необхідна для прийняття раціональних управлінських рішень;

– адаптивність до реалізації нових форм і методів інформаційного забезпечення;

– ефективність, тобто отримання таких результатів, які можуть бути використані в управлінні будівельного господарства з позитивним результатом;

– типізація й стандартизація, що дозволяють використовувати стандартне програмне й загальносистемне математичне забезпечення [2].

Інтелектуальна інформаційна система (ИС) повинна створювати умови для розробки прогнозів, моделювання, формування, ведення та актуалізації ресурсної нормативної бази будівельних процесів в сучасних умовах ринку будівельних послуг.

Сьогодні штучний інтелект – це розгалужена область досліджень і розробок інтелектуальних систем, призначених для роботи в галузях діяльності людини, що важко формалізуються. На сьогодні прийнято розрізняти декілька напрямів розвитку штучного інтелекту: один з напрямів пов'язаний з розробкою інтелектуальних систем, заснованих на знаннях. У цьому напрямі розробляють моделі представлення знань, створюють бази знань. Проте на даний момент особливий інтерес у дослідників штучного інтелекту викликають онтології. Онтології можуть використовуватися для представлення знань про поняття предметної області і відношення між ними. Крім того онтології можна використовувати для побудови баз знань не тільки інтелектуальних повчальних систем, але також будь-яких інших систем. Зокрема, експертних систем, інтелектуальних роботів, систем розпізнавання та розуміння мови та ін. У загальному вигляді онтології визначають як базу знань спеціального виду, або як «специфікацію концептуалізації» предметної області.

Це означає, що в предметної області на основі класифікації базових термінів виділяються основні поняття (концепти) і встановлюються зв'язки між ними. Цей процес називають концептуалізацією.

Потім онтологія може бути представлена в графічному вигляді або описана на одній з формальних мов (формальна онтологія) [4].

Взагалі розрізняють три види інтелектуальних ІС:

1 – інтелектуальні інформаційно-пошукові системи (системи типу "запитання-відповідь"), які у процесі діалогу забезпечують взаємодію кінцевих

користувачів – непрограмістів з базами даних та знань професійними мовами користувачів, близькими до природних;

2 – розрахунково-логічні системи, які дають змогу кінцевим користувачам, що не є програмістами та спеціалістами в галузі прикладної математики, розв'язувати в режимі діалогу з ЕОМ свої задачі з використанням складних методів і відповідних прикладних програм;

3 – експертні системи, які дають змогу проводити ефективну комп'ютеризацію областей, в яких знання можуть бути подані в експертній описовій формі, але використання математичних моделей складне або неможливе.

У зв'язку з тим, що будівельна галузь має великі об'єми інформації, яка представлена нормативною базою витрат ресурсів, необхідно цю інформацію перетворити в такий вигляд, який буде забезпечувати:

- актуальність інформації;
- наочність;
- високу функціональність;
- зручність роботи;
- доступність та ін. [5].

Для розв'язання цієї задачі авторами розроблено експериментальну систему визначення ключових будівельних понять в природно мовному тексті.

Вхідними даними є речення та список ключових понять. Речення відображають процеси з будівельної галузі. Ключове поняття – це те, про що йдеться в тексті. Приклад речень та ключових понять з навчальної вибірки наведений на рисунку.

Для визначення ключових понять нових речень використано інтроінформаційний метод, який забезпечує розрахунок несилового впливу фрагментів речень на вибір ключових понять [7, с. 210 – 220]. Суть методу полягає у такому.

Визначаються умовні імовірності появи ключових понять за умови, що у вхідному тексті є деякий фрагмент (буквосполучення). Відхилення умовної імовірності від абсолютної імовірності появи цього ключового поняття свідчить про несиловий (інформаційний) вплив інтелектуального апарату людини, який визначив появу цього фрагменту на виникнення образу, що відповідає ключовому поняттю. За максимальною сумою таких впливів вибираються ключові поняття [7, с. 135 – 136]. В таблиці дано порівняння визначених експертом і запропонованих розробленою системою ключових понять відносно речень, які не входили до навчальної вибірки.

З 21 контрольного речення правильно було визначено зміст 20 речень (неправильно визначене ключове поняття виділене курсивом).

До переваг системи, насамперед, належить її простота і ефективність.

Добавити	База	Обучение	Назва тексту	Зміст 1	Зміст 2	Зміст 3	Зміст 4	Зміст 5
ПРОВЕРКА	Строительство	Объект	Проект	Документация	Производство			
Строительство объектов должно быть своевременно обеспечено проектной документацией по организации строительства и производству работ.								
ПРОВЕРКА	Документация	Метод	Работа	Строительство				
Проектная документация разрабатывается с учетом передовых промышленных методов ведения работ, новейших достижений строительной науки и техники.								
ПРОВЕРКА	Строительство	План						
Строительство должно организовываться на основе планов, предусматривающих полную загрузку и ритмичную работу СМО.								
ПРОВЕРКА	Производство	Объем	Работа					
Производство основных СМР разрешается начинать только после завершения в необходимом объеме орга-низационных мероприятий, внеплощадочных и внутри-площадочных подготовительных работ.								
ПРОВЕРКА	Сооружения	Объем						
Определение объема траншей и других линейно-протяженных земляных сооружений.								
ПРОВЕРКА	Работа	Комплекс						
В настоящее время земляные работы в основном выполняют механизированные комплексы								
ПРОВЕРКА	Работа							
Земляные работы разрешается выполнять при наличии утвержденного и согласованного в установленном порядке ППР.								

Рисунок. Фрагмент навчальної вибірки

Таблица

Результати визначення змісту речень у сфері будівництва

Речення	Експерт	Система
Для технически сложных объектов сроки разработки детальной проектно-технической документации могут быть очень значительными	Объект; Проект; Документация;	Документация
Метод управления проектом с генеральным подрядчиком заключается в том, что заказчик нанимает строительного консультанта в лице управляющего проектом	Метод; Проект; Строительство;	Строительство
Преимущество данного метода управления и организации строительства состоит, прежде всего, в полной информированности заказчика о ходе проекта	Метод; Строительство; Заказчик; Проект;	Строительство
Заказчик получает от управляющего таким проектом профессиональные рекомендации о наиболее подходящих проектно-коммерческих решениях для своего проекта и квалификации того или иного субподрядчика	Заказчик; Проект;	Проект
Этому способствует четко и грамотно разработанная тендерная документация, задание на проектирование и графики выполнения работ	Документация; Проект; График; Работа;	Документация
Управляющий проектом не заинтересован в затягивании сроков или превышении бюджета, так как его вознаграждение фиксировано и не зависит от стоимости строительства	Проект; Стоимость; Строительство;	Строительство
Участие в проекте профессионального управляющего проектом позволяет качественно подготовить задание на проектирование, сократив тем самым время на вопросы и переделки проектной документации	Проект; Документация;	Строительство
Основным достоинством этого метода является общность интересов управляющего строительством и заказчика	Метод; Строительство; Заказчик;	Строительство
Заказчик может не дожидаться выхода полного комплекта проектно-технической документации для проведения тендеров среди потенциальных подрядчиков по пакетам	Заказчик; Проект; Документация;	Документация
Это приводит к снижению стоимости всех строительных работ	Стоимость; Строительство; Работа;	Стоимость
Однако из-за того, что назначение подрядчиков может происходить на всех этапах, вплоть до сдачи объекта в эксплуатацию, бюджет строительства должен постоянно корректироваться	Объект; Строительство;	Строительство

Речення	Експерт	Система
Себестоимость СМР показывает затраты строительной организации на выполнение определенного объема работ, а величина затрат предопределяет финансовые результаты	Стоимость; Затраты; Объем; Работа;	Затраты
Для успешной работы строительная организация обязана постоянно контролировать формирование затрат на производство и реализацию продукции	Работа; Строительство; Затраты; Производство; Продукция;	Затраты
Анализ расхода материалов и конструкций основывается на данных пообъектного учета фактического расхода материальных ценностей в сопоставлении с их расходом по сметным и плановым нормам	Расход; Материал; Объект; Смета; План;	Расход
Анализ производственно-хозяйственной деятельности позволяет выделить основные причины изменения себестоимости против плана за счет перерасхода затрат на материалы	Стоимость; План; Затраты; Материал;	Затраты
При наличии сметы проверяют отклонение фактических расходов от сметных по каждой группе и статье накладных расходов	Смета; Расход; Расход;	Смета
Потери возникают и в случае использования материалов более высокого качества, чем требуется для данной работы по техническим нормам	Материал; Работа; Нормы;	Материал
Местные материалы поступают на строительные объекты в основном автомобильным транспортом с предприятий промышленности строительных материалов	Материал; Строительство; Объект;	Строительство
Расчеты с поставщиками заказчики производят по плано-расчетным ценам, составные элементы которых те же, что элементы калькуляции сметных цен	Расчет; Заказчик; План; Цена; Смета;	Расчет
На увеличение цен на материалы существенно влияют заготовительно-складские расходы	Цена; Материал; Расход;	Расход

Висновки

Для аналізу і розв'язання економічних задач, сучасні інформаційні технології пропонують широкий спектр засобів прийняття рішень із використанням даних, знань, об'єктивних чи суб'єктивних моделей, технологій обробки знань. Але з викладеного матеріалу можна зробити висновок, що на сьогодні немає такої технології, яка б ефективно розв'язувала задачі формування, ведення та актуалізації ресурсної нормативної бази в будівництві, що оперативно реагує на різноманітні ситуації в будівельній галузі. Тому приклад розробки такої системи, наведений в цій статті може стати основою для подальших досліджень в цьому напрямку, які сумістили б в собі засоби штучного інтелекту, моделювання та прогнозування виконання будівельних проектів.

Список літератури

1. Фадеева І.Г. *Інтелектуалізація стратегічного управління будівництвом свердловини на нафту і газ* / І.Г. Фадеева // *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*: [зб. наук. праць] / відп. ред. О.Є. Кузьмін. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2001. – 564 с. – (Вісник / Національного університету "Львівська політехніка"; – № 436). – С. 100 – 103.

2. Сімак С.В. *Прогнозування ймовірних наслідків розвитку ринкових перетворень у будівельному комплексі* / С.В. Сімак // *Сучасні тенденції розвитку менеджменту: зб. матер. міжрегіон. наук. конф. – Запоріжжя: ЗНУ, 2010. – С. 172-173.*

3. Таран В.М. *Використання інтелектуальних систем при прогнозуванні зсувних процесів Південного берега Криму* [Текст]: 3, 2006. – С. 441 – 449

4. Болотова В.А. *Інструментальні засоби створення баз знань на основі системи онтологій / Тезиси доклада на I міжнародну научно-технічну конференцію студентів, аспірантів і молодих учених «Інформаційні управляючі системи і комп'ютерний моніторинг 2010», 19 – 21 мая 2010 г., ДонНТУ, Донецьк.*

5. Спиридонов Э.С., Полянский А.В. *Методи искусственного интеллекта в обосновании выработки организационно-технологических решений* // *Зб. наук. праць Української державної академії залізничного транспорту. – Вип. 125. Харків, 2011. – С. 172.*

6. Хатько А.В. *Застосування концептального моделювання при формуванні при формуванні інформативної компетентності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю* // *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. праць. – Запоріжжя. – 2010. – Вип. 17(70). – 468 с.*

7. Тесля Ю.Н. *Введение в информатику природы* / Ю.Н. Тесля: монография. – К.: Кондор, 2010. – 256 с.

Стаття надійшла до редколегії 22.10.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Д. Бушуєв, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.