

СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

О Буров Є.В., 2008

Запропоновано формальну специфікацію інтелектуальної системи моделювання комплексу бізнес-процесів підприємства з використанням моделей. Запропоновано ієрархічний підхід до впровадження інтелектуальних функцій до системи моделювання. Система моделювання призначена для використання для проектування складних інформаційних систем та керування ними.

Formal specification for modeling of network of intellectual business processes is proposed. Modeling system includes multi-level hierarchical decision taking nodes. This system can be used for design and overall system control and adaptation to changing business conditions

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень

Однією з важливих проблем, що виникають під час проектування інформаційних систем, є нечіткість початкового визначення вимог до системи та постійна зміна, уточнення та модифікація вимог як в процесі проектування, так і під час експлуатації системи. Традиційні методи проектування орієнтовані на використання чіткого набору статичних вимог. У результаті отримують системи, які погано реагують на зміну вимог та зовнішніх чинників, які дорогі у підтримці та експлуатації і в яких нерідко трапляються збої та аварії[1].

Альтернативою до традиційних підходів до проектування є використання підходу, що ґрунтується на моделях (MDD – Model Driven Design). Такий підхід призначений для використання у проектуванні систем, до яких постійно змінюються вимоги, та таких, що працюють у змінному середовищі [1].

Однією з найперспективніших галузей застосування MDD є проектування програмних систем. Власне нечіткість та постійна зміна вимог у таких системах є причиною багатьох труднощів у виконанні проектів зі створення програмного забезпечення. Модельно-орієнтований підхід до проектування програмних систем є предметом стандартизації Object орієнтований підхід до проектування стандартизується Object Management Group та відомий як MDA (Model Driven Architecture). Однією з головних цілей MDA є відділення функціональних вимог (use-cases) від інфраструктури їх реалізації [2]. Сьогодні розроблено стандарти для окремих елементів MDA, такі як CWM (Common Warehouse Model), UML (Unified Modeling Language), MOF (Meta Object Facility). Створені програмні засоби для трансформації моделей у комплекс програмних шаблонів, що використовуються для подальшого розроблення системи.

Інформаційна система (ІС) підприємства є комплексом програмних, апаратних систем та обслуговувального персоналу, проектування якої вимагає підходу, відмінного від того, що використовується для проектування суто програмних систем. З іншого боку, ІС підприємства найчастіше є допоміжним, сервісним, інфраструктурним компонентом, що забезпечує реалізацію бізнес-процесів (БП) підприємства. ІС надає бізнес-процесам сервіси (файловий, електронної пошти, баз даних та ін.) та впливає на якість виконання. Бізнес-процеси підприємства, своєю чергою, генерують вимоги до сервісів, які надає інформаційна система.

Характерною особливістю сучасного етапу розвитку світової економіки є збільшення темпів змін бізнес-процесів. Причинами цього є додалі більша глобалізація економіки, розподіл праці, впровадження сучасних комп'ютерних засобів для аналізу та керування виробничими процесами, що вимагає побудови все більш гнучких, пластичних БП та постійної їх зміни та адаптації.

Завдання аналізу, прогнозування та керування БП виконує галузь ІТ – Business Intelligence (BI). Традиційними задачами BI є отримання нових даних та знань (data and knowledge mining) в результаті аналізу параметрів виконання БП. Однією з найгостріших проблем BI сьогодні є відрив операцій аналізу від операцій прийняття рішення, завдяки чому час між подіями у системі та реакцією на них є значним. Цю проблему покликаний вирішити новий напрямок розвитку BI, який називають другою версією BI – BI 2.0. Головними відмінностями від попередньої версії є:

- Оперативність – відслідковування операцій та контроль над ними.
- Аналітика є вбудованою у процеси. Аналітичні рішення вбудовують у процеси та рішення приймають автоматично, без втручання людини [3].

Реалізація BI 2.0 передбачає не тільки використання модельного підходу до проектування, але й застосування засобів штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень.

Метою цієї роботи є розроблення підходу, моделей та засобів реалізації концептуальних принципів BI 2.0.

Постановка задачі та опис підходу до її розв'язання

Створення системи проектування та керування комплексом БП підприємства на основі моделей передбачає розв'язання таких задач:

- Визначення засобів для побудови мережі моделей БП;
- Розроблення підходу до інтеграції блоків прийняття рішень на основі методів штучного інтелекту в модель мережі БП;
- Розроблення спільних онтологій для правильної інтерпретації фактів та подій системою моделювання БП;
- Розроблення системи моделювання інтелектуальної інформаційної мережі, поданої як мережа БП.

Сьогодні існують комплекси засобів для побудови моделей БП, які містять як спеціалізовані мови моделювання з відповідною нотацією, правилами побудови та використання моделей, так і програмні засоби моделювання. Призначення та функції системи проектування та керування для інтелектуальної мережі БП передбачають такі вимоги до мови моделювання:

- Мова повинна мати графічне подання мережі БП, що спрощує побудову моделі та процес моделювання для людини-проектувальника.
- Повинна бути достатньо формалізованою та чіткою, щоби модель можна було використовувати як вхідні дані для програмної системи моделювання.
- Мова повинна підтримувати побудову структури мережі, відображати логічні залежності, а також давати можливість працювати з параметричними моделями та залежностями.
- Повинна відображати використання ресурсів системи.
- Повинна враховувати комплекс вимог до компонент системи та системи загалом.
- Повинна ґрунтуватися на міжнародних стандартах.
- Мова повинна описувати як внутрішні БП, так і БП взаємодії з іншими підприємствами.

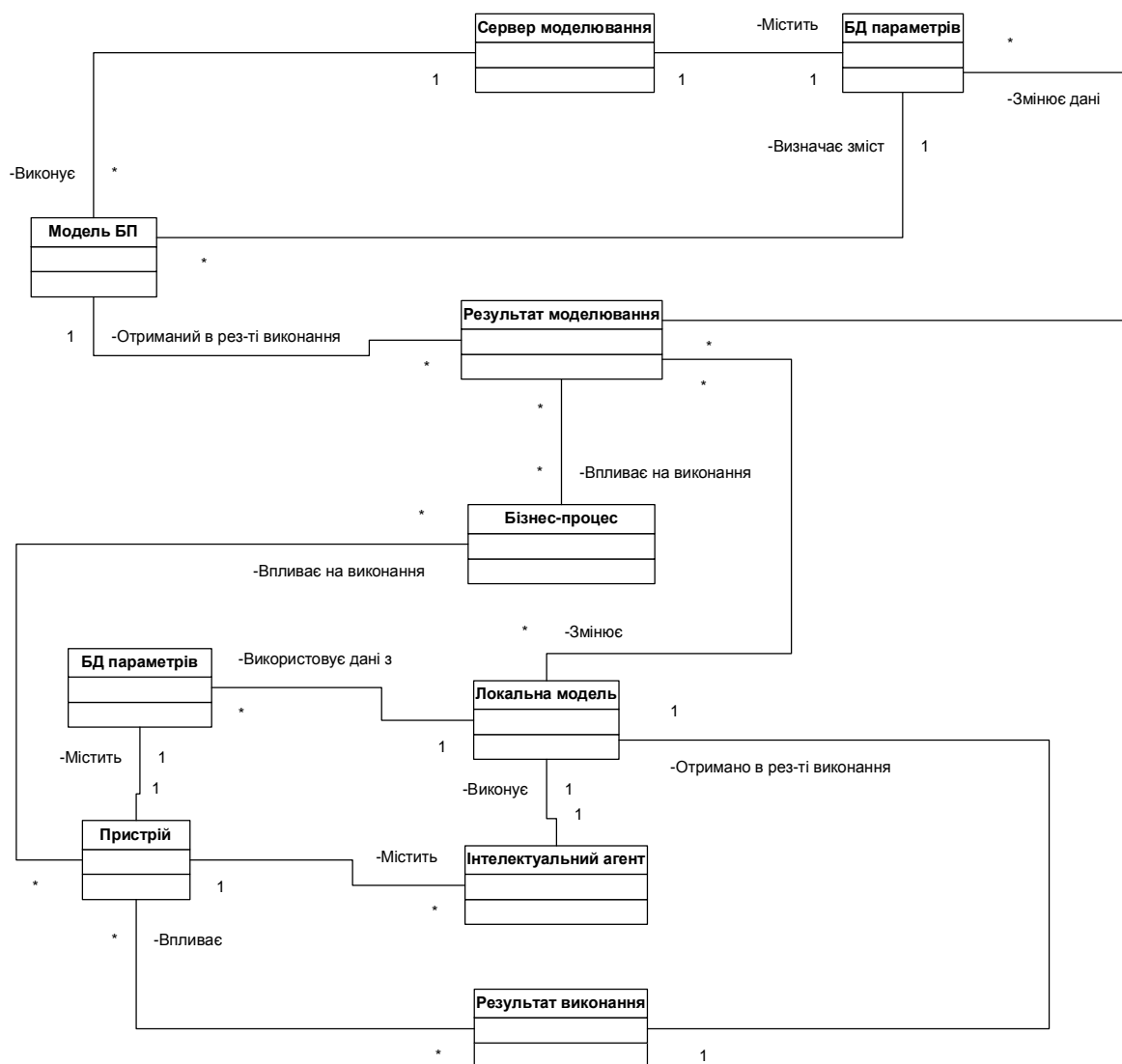
Сьогодні існує багато мов для побудови моделей, що відрізняються призначенням та сферою використання, нотацією, підходом (структурним чи об'єктним), можливістю побудови коду на основі моделей та ін. [4].

Так, мова UML (Unified Modeling Language) реалізує концепцію об'єктного підходу до проектування. Вона пропонує велику кількість діаграм для відображення як статичних, так і динамічних характеристик проєктованої системи. UML стандартизована OMG (Object Management Group) та успішно використовується вже багато років для розроблення програмних систем. Водночас, UML орієнтована на проектування програмних систем. Вона не має діаграм для моделювання БП (якщо не враховувати її розширення), не підтримує параметричного моделювання. Критики UML зазначають, що ця мова є занадто складною, містить багато діаграм, за допомогою яких можна відобразити різні аспекти функціонування системи, але легко втратити її цілісне бачення, оскільки діаграми UML із самого створення не мали бути пов'язаними одна з однією [5].

Розширення мови UML, наприклад, розширення Еріксона – Пенкера (Ericsson–Penker Business Extensions) [6] для моделювання БП за своїми функціональними можливостями наближені до мови BPMN та SysML.

Мова BPMN (Business Process Modeling Notation) призначена спеціально для моделювання БП. Вона ґрунтується на структурному, процесному підході, який більш зрозумілий для бізнес-аналітика порівняно з об'єктним підходом [7]. Існують засоби для відображення специфікації мовою BPMN у мову BPML, що використовує XML для подання моделі і надалі у BPEL4WS для побудови відповідних веб-сервісів. Перевагою BPMN порівняно з UML є те, що в цій мові є тільки один тип діаграм, але є можливість будувати різні бачення (Views) цієї діаграми, тобто забезпечується цілісність системи. На жаль, мова BPMN не підтримує параметричного моделювання, не дуже розвинені у ній і засоби моделювання вимог до системи.

Мова SysML (Systems Modeling Language) була розроблена на основі UML 2.0 для моделювання широкого класу систем. На відміну від UML, вона підтримує різні підходи до проектування (об'єктний, структурний та ін). У SysML додано підтримку параметричного моделювання та діаграми аналізу вимог. Мова SysML стандартизована OMG [8]. Водночас, розроблення та досвід використання мови SysML знаходяться на початковій стадії. Відсутні адаптації цієї мови, призначені для моделювання БП. Відсутні або знаходяться на стадії розроблення засоби для проведення моделювання з використанням моделей мовою SysML.



Діаграма компонент системи

Мова BPEL (Business Process Execution Language) дає змогу будувати виконувальний код та широко використовується для проектування та реалізації БП [9,10]. Водночас ця мова є мовою „оркестрування” (orchestration), що передбачає специфікацію взаємодії тільки двох учасників процесу

обміну даними. BPEL також орієнтована на реалізацію взаємодії БП (зазвичай у B2B системах) засобами веб-сервісів, що накладає істотні обмеження на можливість її використання для специфікації внутрішніх процесів, адже більшість сервісів інформаційної мережі не є веб-сервісами.

Отже, серед мов моделювання БП жодна не задовольняє усі вимоги для використання у системі проектування інтелектуальної мережі БП. Для побудови системи за основу вибрано мову SysML як таку, що підтримує параметричне моделювання та різні підходи до проектування. Для зручності специфікації БП мову SysML доповнено конструкціями мови BPMN з відповідним їх відображенням у діаграмі мови SysML.

В існуючих системах бізнес-інтелект, що відображає спосіб ведення операцій, виражено у бізнес-правилах. Бізнес-правила інтегровані у програмні продукти, але не виділені в окремий модуль, що ускладнює їхні модифікації та узгодження. Крім того, бізнес-правила не враховують взаємного впливу існуючих БП та зміни параметрів інформаційної інфраструктури та навколишнього середовища, що унеможливує побудову на їх основі повноцінних адаптивних систем.

Запропонована інтелектуальна система керування БП має таку структуру (рисунок). Моделі БП розміщені та виконуються на сервері моделювання (BPMS Business Process Management Server) у реальному масштабі часу паралельно з реальними БП. Система керування та моделювання є розподіленою та містить агенти (програмні та апаратні), що розміщені на різних пристроях системи. Агенти:

- збирають метрики згідно з визначеними моделлю завданнями та зберігають їх у локальній базі даних та передають за запитом до системи моделювання;
- проводять в життя зміни, запропоновані системою моделювання, змінюючи параметри, режими роботи пристрою;
- реалізують інтелектуальні функції згідно з локальною моделлю на рефлекторному рівні.

Виклад основного матеріалу дослідження

Інтелектуальні функції у системі керування пропонуються реалізувати на трьох рівнях, що відрізняються часом реакції на події та обсягом опрацювання існуючих даних перед прийняттям рішення, подібно до того, як це відбувається у живих організмах [11]. Пропонуються підтримувати три рівні прийняття рішень:

- Рефлекторний. Інтелектуальна модель задана набором простих правил, що використовують інформацію з локальної бази даних. Прийняття рішення тут відбувається найшвидше. Правила локальної моделі змінюються в результаті прийняття рішень на вищих рівнях.

- Рутинний. Тут використовують складніші моделі, що можуть містити певні елементи планування та оптимізації. Дані, необхідні для прийняття рішення, отримуються з різних компонент системи. Загалом, основним завданням цього рівня є діяльність згідно з шаблонами, які відображають попередні дії за подібних умов. Рутинні моделі виконують на сервері моделювання, вони входять до моделей бізнес-процесів.

- Рефлексивний. На цьому рівні аналізують параметри ефективності БП загалом, аналізують функціонування БП підприємства протягом довшого часу. Тут також виконуються операції видобування знань. Операції рефлексивного рівня властиві ВІ 1.0 та вимагають більших витрат часу. Результати роботи системи на рефлексивному рівні використовуються для зміни моделей рутинного та рефлекторного рівнів, зміни структури БП. Задачі рефлексивного рівня розв'язуються на сервері BPMS або на окремому сервері.

Роглянемо формальні моделі прийняття рішення на рутинному та рефлекторному рівнях, оскільки моделі аналізу та прийняття рішень на рефлексивному рівні істотно відрізняються від моделей нижчих рівнів та належать до окремої наукової галузі „Видобування даних та знань” (Data and Knowledge Mining).

У роботі [12] розглянута формальна специфікація інформаційної комп'ютерної мережі, яка використовується для проектування та керування розподіленими інформаційними системами і складається з декількох мережевих специфікацій.

$$S = \{NBp, NPc, NDv\},$$

де NBp – мережа бізнес-процесів, NPc – мережа процесорів, NDv – мережа пристроїв.

Використовуючи загальний підхід [12], мережа бізнес-процесів NBp підприємства – це множина бізнес-процесів

$$NBp = M(Bp),$$

де Bp – модель бізнес-процесу.

Кожен бізнес-процес опишемо так:

$$Bp = \{NameBp, StrBp, PaBp\},$$

де $NameBp$ – назва бізнес-процесу, $StrBp$ – його структура, $PaBp$ – блок параметрів

Структуру бізнес-процесу подано з використанням BPMN

$$StrBp = \{M(Ac), M(EvBp), M(DcBp), M(RsBp), M(ArBp), M(LnBp)\},$$

де $M(Ac)$ – множина робіт, $M(EvBp)$ – множина подій, $M(DcBp)$ – операцій прийняття рішення, $M(ArBp)$ – набір результатів (артефактів), $M(RsBp)$ – множина ресурсів, $M(LnBp)$ – множина зв'язків.

Інтелектуальні функції моделі локалізовані у блоках прийняття рішення $DcBp$, які введено проектувальником до структури моделі БП. Альтернативою введення блоків прийняття рішень до структури моделі БП є періодичний перезапуск моделі блоку.

Блок прийняття рішення:

$$DcBp = \{M(PaDcBp), M(OuDcBp), M(OpDcBp)\},$$

де $M(PaDcBp)$ – множина параметрів, які використовуються для прийняття рішення, $M(OuDcBp)$ – множина допустимих дій, які є результатом прийняття рішення, $M(OpDcBp)$ – множина функцій прийняття рішення.

Для кожного параметра $PaDcBp$ визначають джерело, звідки можна отримати значення параметра $SoPaDcBp$, одиницю виміру $UnPaDcBp$, діапазон допустимих значень $RgPaDcBp$ тощо:

$$PaDcBp = \{SoPaDcBp, UnPaDcBp, RgPaDcBp\}.$$

Для кожної дії $OuDcBp$ визначають, крім типу, дії ще й додатковий набір уточнювальних параметрів, які необхідні для проведення дії. Наприклад, серед можливих дій можуть бути: запуск певного командного скрипта на визначеній машині, надсилання повідомлення електронною поштою визначеним адресатам. Додатковими параметрами у цьому випадку є назва машини та назва скрипта, адреси отримувачів повідомлення та зміст повідомлення.

Функція прийняття рішення є відображенням множини значень параметрів у набори дій.

$$OpDcBp : M(val(PaDcBp)) \rightarrow M(OuDcBp).$$

Така функція може бути подана як правило, умовою спрацювання якого є приналежність поточного значення параметрів до визначеної підобласті простору значень усіх параметрів.

$$OpDcBp = \{SgOpDcBp, M(OuOpDcBp)\},$$

де $SgOpDcBp$ – умова спрацювання правила – функція

$$SgOpDcBp = \begin{cases} true, & \text{якщо } \forall PaDcBp \ val(PaDcBp) \subseteq sg(PaDcBp) \subseteq RgPaDcBp \\ false, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad (1)$$

де $sg(PaDcBp)$ – визначений правилом діапазон значень параметра $PaDcBp$;

$M(OuOpDcBp)$ – множина операцій, які виконують у випадку прийняття рішення.

Мережа пристроїв – це множина специфікацій пристроїв:

$$NDv = M(Dv).$$

Кожен пристрій опишемо так:

$$Dv = \{NameDv, MdDv, PaDv\},$$

де $NameDv$ – назва пристрою, $MdDv$ – його локальна модель, $PaDv$ – локальна база даних.

Локальна база даних містить набір локальних параметрів:

$$PaDv = M(PmPaDv).$$

Локальну модель визначимо як набір правил:

$$MdDv = M(RuMdDv).$$

Кожне правило визначається як умова спрацювання $SgRuMdDv$ та набір дій які виконуються, якщо умова істинна- $M(OuRuMdDv)$:

$$RuMdDv = \{SgRuMdDv, M(OuRuMdDv)\}.$$

Аналогічно до (1),

$$SgRuMdDv = \begin{cases} true, \text{ якщо } \forall PmPaDv \text{ val}(PmPaDv) \subseteq sg(PmPaDv) \subseteq RgPmPaDv \\ false, \text{ в інших випадках.} \end{cases}$$

де $RgPmPaDv$ – область визначення параметра $PmPaDv$. До набору визначених дій належать, наприклад, зміна локальних конфігураційних параметрів, запуск локального командного файла тощо.

Висновки

Подана у роботі структура та специфікація інтелектуальної системи проектування та керування бізнес-процесами підприємства з використанням моделей дасть змогу створювати системи, які гнучко адаптуються до зміни умов функціонування при зменшенні видатків на супровід таких систем. Запропонований ієрархічний підхід до впровадження інтелектуальних функцій в систему керування уможливить суміщення в одній системі оперативного реагування на зміну середовища з детальним аналізом результатів та зміною структури БП та самої системи керування. Подана у роботі формальна специфікація інтелектуальної складової системи буде використана для проектування інтелектуальної системи моделювання БП.

1. Balmelli L, Brown D, Cantor M, Mott M. *Model-driven systems development* // *IBM Systems Journal*, vol 45, Number 3, 2006. 2. *MDA Distilled, Principles of Model Driven Architecture*, Stephen Mellor, Kendall Scott, Axel Uhl, Dirk Weise, Addison-Wesley Professional, 2004. 3. Александров А. *BI 2.0: прообраз новой архитектуры бизнес-аналитики*. // *Открытые системы* № 5, 2007. 4. Mathias Weske. *Business Process Management. Concepts, Languages, Architectures*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. 5. *Unified Modeling Language* http://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language. 6. Hans-Erik Eriksson and Magnus Penker. *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*. John Wiley & Sons, 2000. 7. Martin Owen and Jog Raj. *BPMN and Business Process Management. An Introduction to the New Business Process Modeling Standard*, Popkin Software whitepaper, 2003. 8. *OMG Systems Modeling Language (OMG SysML™), V1.0*. *OMG Available Specification*. *OMG Document Number: formal/2007-09-01*. *Standard document URL: <http://www.omg.org/spec/SysML/1.0/PDF>*. 9. *Business Process Execution Language* http://en.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Execution_Language. 10. *BPEL Cookbook Best Practices for SOA-based integration and composite applications development*. Editors Harish Gaur, Markus Zirn. Packt Publishing Birmingham – Mumbai, 2006. 11. Норман Д., Ортони Э., Рассел Д. *Эмоциональная реакция и конструирование компьютеров* // *Открытые системы*, 2003. – №10. 12. Буров Є.В. Система формальних специфікацій для проектування розподілених інформаційних систем // *Вісник держуніверситету “Львівська політехніка” “Інформаційні системи та мережі”*. – 2000. – № 406.