

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»

Завушак Ірина Іванівна



УДК 004.827+004.89

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ КОНТЕКСТНО-
ЗАЛЕЖНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ У СФЕРІ
ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ**

01.05.03 – математичне та програмне забезпечення
обчислювальних машин і систем

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Львів – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор
Буров Євген Вікторович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
професор кафедри інформаційних систем та мереж.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Литвиненко Володимир Іванович,
Херсонський національний технічний університет,
завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук

кандидат технічних наук, доцент
Мельничин Андрій Володимирович,
Львівський національний університет імені Івана
Франка, доцент кафедри теорії оптимальних
процесів.

Захист відбудеться 03 квітня 2019 о 16:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.05 у Національному університеті «Львівська політехніка» (79013, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, ауд. 226 головного корпусу).

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» (79013, м. Львів, вул. Професорська, 1).

Автореферат розісланий «1» березня 2019 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, професор



Р.А.Бунь

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Дисертаційна робота спрямована на розв'язання актуального науково-практичного завдання – побудові контекстно-залежних інтелектуальних систем у сфері працевлаштування.

Актуальність теми. Соціальне значення працевлаштування ставить проблему ефективного використання трудових ресурсів на одне з перших місць у державній політиці. Безробіття – це неминучий атрибут ринкової економіки, який вносить негативний вплив на загальний розвиток та існування суспільства, і потребує детального вивчення для зменшення його впливу.

Через несвоечасне влаштування на роботу або влаштування не за профілем освіти чи досвіду попередньої роботи люди втрачають свої професійні навички та кваліфікацію, що значно ускладнює процес ефективного пошуку роботи.

Вирішенням цієї задачі є розробка ефективних методів опрацювання знань у сфері працевлаштування та створення на їх основі зручної та ефективно системи для людей, які шукають роботу, а також для працедавців, які зможуть швидко знайти відповідних кваліфікованих кандидатів.

Існує низка державних та територіальних програм зайнятості населення, які спрямовані на:

- сприяння розвитку і структурній перебудові економіки, створенню умов для спрямування вивільнюваних працівників, насамперед на рентабельні виробництва та в пріоритетні галузі економіки;
- попередження розвитку безробіття і його скорочення шляхом підвищення економічної зацікавленості підприємств і організацій у створенні додаткових робочих місць, переважно з гнучкими формами зайнятості;
- удосконалення системи відтворення робочої сили водночас із збільшенням кількості робочих місць, покращенням професійної орієнтації, підвищенням кваліфікації працівників та ефективності використання трудових ресурсів;
- захист безробітних та їхніх сімей від негативних наслідків безробіття і забезпечення зайнятості громадян, які потребують соціального захисту і не спроможні конкурувати на ринку праці;
- формування кадрової, матеріальної, інформаційної, статистичної, фінансової та науково-методичної бази державної служби зайнятості;
- заходи сприяння залучення до зайнятості населення, яке проживає у сільській місцевості.

Одним з шляхів реалізації державних та територіальних програм у сфері працевлаштування є розробка та впровадження інтелектуальних, контекстно-залежних систем підтримки прийняття рішень які дають змогу покращити якість рішень шляхом врахування контексту ситуацій, які виникають у процесі працевлаштування.

Контекстні залежності досліджуються у наукових галузях штучного інтелекту, документознавства, когнітивної ергономіки, когнітивної психології, бізнес аналізу, філософії, лінгвістики. Ці галузі також часто трактують поняття контексту по-різному. У даній роботі під поняттям **контексту** розуміємо **інформацію, яка може бути використана для характеристики ситуації певної сутності**. Значний внесок у розвиток досліджень контекстно-залежних систем зробили Thomas Strang, Patrick Brézillon, Daniel Patrick, Александр Смирнов, Татьяна Левашова, Николай Шилов та інші. Водночас, дослідження контекстно-залежних систем часто розглядають обмежені випадки контексту або навіть його окремі властивості без врахування контекстно-залежних знань.

Отже, актуальним є науково-прикладне завдання побудови контекстно-залежних інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень у сфері працевлаштування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана в межах науково-дослідних робіт Національного університету «Львівська політехніка» «Методи та засоби функціонування систем підтримки прийняття рішень на основі онтологій» (номер державної реєстрації 0118U000269, 2018 – 2019рр.); «Розробка методів побудови та моделювання інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень з ситуаційною обізнаністю» (номер державної реєстрації 1116U006720, 2016-2018рр.). У межах цих робіт здобувач побудувала контекстно-залежні інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень у сфері працевлаштування.

Мета та завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка методів та засобів використання контекстно-залежних знань для створення інтелектуальних систем у сфері працевлаштування.

Мета дисертаційної роботи визначала необхідність розв'язання таких завдань:

- 1) здійснення аналізу методів використання контекстних знань в системах підтримки прийняття рішень у сфері працевлаштування;
- 2) визначення основних задач контекстного прийняття рішень у сфері працевлаштування та розробка моделей подання контексту;
- 3) розробка методів використання контекстних знань для побудови інтелектуальних систем у сфері працевлаштування;
- 4) розробка онтології та програмного забезпечення для моделювання контекстно-залежних систем у сфері працевлаштування.

Об'єкт дослідження – процес побудови інтелектуальних систем для області працевлаштування.

Предмет дослідження – розробка та покращення методів і засобів для побудови контекстно-залежних інтелектуальних систем у сфері працевлаштування.

Методи дослідження. У процесі аналізу предметної області працевлаштування були використані методи системного аналізу та методи моделювання бізнес-процесів, зокрема BPMN. Для побудови моделей подання контекстних знань використовувалися методи та моделі онтологічного моделювання, зокрема контекстні онтології, контекстні графи, моделі синтезу даних. Для розробки методів використання контекстних знань застосовано графові моделі та метод аналітичної ієрархії. Для розробки програми використано методи об'єктно-орієнтованого проектування (UML) та програмування.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримано такі нові науково обґрунтовані результати:

- розроблено моделі для подання та використання контекстно-залежних знань на основі онтологічного підходу, що дало змогу використовувати методи логічного виведення для підтримки прийняття рішень у сфері працевлаштування;
- вдосконалено JDL модель ситуаційної обізнаності шляхом визначення способів використання контекстно-залежних знань, що дало змогу покращити якість рішень за рахунок використання контекстної інформації;
- вдосконалено модель контекстних графів шляхом використання контекстних онтологій, що дало змогу покращити якість рішень за рахунок використання додаткової інформації з контексту;
- розроблено метод поглибленого аналізу контексту що базується на моделі контекстних графів та вдосконаленому методі аналітичної ієрархії для вибору способів вирішення задач, що дозволило обґрунтувати вибір рішень.

Практичне значення одержаних результатів полягає у такому:

- проведено аналіз бізнес-процесів сфери працевлаштування, методів використання контекстних знань в системах підтримки прийняття рішень цієї предметної області та побудовано онтологію сфери працевлаштування;
- розроблено програмне забезпечення для моделювання контекстно-залежних інтелектуальних систем у сфері працевлаштування, яке впроваджене для обраної галузі.

Одержані в дисертаційній роботі результати використано під час розроблення прототипу системи яку впроваджено у Перемишлянському районному центрі зайнятості Львівської області.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, подані у дисертації, одержані здобувачем особисто. У друкованих працях, опублікованих у співавторстві, автором здійснено наступне: [5] - проведено аналіз алгоритмів кластеризації з використанням контексту; [6] - проведено контекстний аналіз в галузі працевлаштування та уточнено процес його формування; [8,12] - розроблено контекст основних операцій у сфері працевлаштування, як основи для побудови онтологій процесів зайнятості; [4,7] - розроблено методи та моделі опрацювання контексту в інтелектуальних системах підтримки прий-

няття рішень у сфері працевлаштування; [3,10] - розроблено моделі опрацювання контексту в інтелектуальних системах підтримки прийняття рішень у сфері працевлаштування.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися на семінарах та конференціях:

- XVII Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах СНД» (м. Переяслав-Хмельницький, 29 листопада 2013р.);
- XIX Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах СНД» (м. Переяслав-Хмельницький, 30-31 січня 2014р.);
- II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії» (м. Переяслав-Хмельницький, 30-31 травня 2014р.);
- II Всеукраїнська науково-практична заочна конференція «Наукові дослідження: перспективи інноваційного розвитку суспільства і технологій» (м.Київ, 10-11 жовтня 2014р.);
- 6th and 7th International Youth Science Forums “Litteris Et Artibus” (Lviv, November 24-26, 2016 and November 23-25, 2017);
- III Міжнародна науково-практична конференція «Наука, освіта, суспільство: актуальні питання і перспективи розвитку» (Київ, 30-31 березня 2017р.);
- III Всеукраїнська науково-практична конференція «Комп’ютерне моделювання та програмне забезпечення інформаційних систем та технологій»(м.Рівне, 28-30 вересня 2017р.).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи висвітлено в 16 наукових публікаціях, з яких: 2 статті у наукових фахових виданнях України[7,8], 6 статей у наукових періодичних виданнях інших держав, які включені до міжнародних наукометричних баз [1-6], 8 тез доповідей на науково-технічних конференціях міжнародного та державного рівня [9-16].

Структура роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатку. Загальний обсяг дисертації 150 сторінок, з яких основного тексту – 108 сторінок. Робота містить 21 таблицю та 67 рисунки. Список літератури налічує 106 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми, визначено об'єкт і предмет дослідження, сформульовано мету і завдання дослідження, розкрито застосовані методи дослідження, наукову новизну, практичне значення і апробацію одержаних результатів.

У **першому розділі** – «**Аналітичний огляд літературних та інших джерел**» – систематизовано джерела та з'ясований стан наукових досліджень за темою дисертації. Зокрема, проведено аналіз існуючих систем та бізнес-процесів у сфері працевлаштування. Також у роботі здійснено аналіз онтологічного представлення даних.

Державна активна політика зайнятості передбачає розроблення програм сприяння зайнятості. Ці програми можуть охоплювати як окремі категорії населення, передусім маргінальні групи: молодь, жінки, люди з особливими потребами, так і специфічні випадки загрози безробіття, зумовлені економічною або іншою ситуацією (демографічною, політичною, стихійним лихом тощо).

У розвинутих країнах більшість програм зайнятості стосується певних категорій населення, які потребують підтримки й допомоги. Розрізняють довгострокові та короткострокові (на один рік) програми. Вони розробляються як на державному, так і на регіональному рівнях. Метою державних і регіональних програм зайнятості є сприяння зайнятості населення, задоволення потреб громадян у праці. В Україні вперше була розроблена державна програма зайнятості населення на 1995 р, як елемент довгострокової стратегії формування соціально-ринкової моделі управління ринком праці.

Наявні бізнес-процеси сфери працевлаштування спрямовані на реалізацію стратегій, визначених у державних програмах. У силу цього на основі аналізу було побудовано моделі бізнес-процесів сфери працевлаштування, зокрема розробки рекомендацій з працевлаштування, формування бази вакансій та роботи з працедавцями, надання послуг з професійного інформування та консультування, а також професійного відбору кандидатур на основі вимог працедавців. Моделі бізнес-процесів подано з використанням мови BPMN.

У теперішній час інтенсивно розвивається напрямок використання технологій глобальної мережі Інтернет. Зручність і гнучкість гіпертекстового представлення матеріалів, оперативний доступ до великих обсягів інформації, можливість віддаленого спілкування між спеціалістом та особою визначають доцільність застосування інтернет-технологій для реалізації розробленої контекстно-залежної інтелектуальної системи.

Ефективним засобом представлення та систематизації знань є онтології. Онтології використовуються для формальної специфікації понять і відношень, які характеризують певну галузь знань. Перевагою онтологій як

способу представлення знань, є їх формальна структура, яка спрощує комп'ютерну обробку.

Інформаційні системи, що використовують онтології, знаходять застосування при розробці та моделюванні систем представлення та інтерпретації інформації у процесі пошуку роботи. Онтологія визначає терміни, за допомогою яких можна описати і структурувати предметну область. Використання онтології ефективно під час пошуку і об'єднання інформації з різних джерел і середовищ. Мова онтології використовується для надання інформації чітко визначеного значення і являє собою загальний набір термінів для опису та подання предметної області, що вивчається. Будучи аналогом поняття «модель», онтологія служить засобом комунікації між спеціалістом та особою, яка звернулася по допомогу.

За результати проведеного аналізу бізнес-процесів розроблено наступні вимоги до інтелектуальної системи з урахуванням особливостей задач сфери працевлаштування (табл. 1).

Таблиця 1. Вимоги до моделей контексту

Вимоги	Обґрунтування
Фокусним об'єктом є клієнт – особа, що шукає роботу	Основною метою системи пошуку роботи є працевлаштування клієнта
Підтримка як статичного, так і динамічного контексту	Визначається змінністю ситуації на ринку праці
Врахування оцінок та досвіду інших осіб	Дає змогу відсікати недостовірну та суб'єктивну інформацію
Неточність та неповнота інформації	Відомості, надані пошукувачем або працедавцем, часто є неповними та неточними та вимагають додаткової перевірки
Врахування та вирішення конфліктів	Можливий конфлікт інтересів між пошукувачем та працедавцем
Різноманітність джерел інформації та форматів даних	Працедавці надають інформацію про вакансії у різних форматах
Врахування історії змін	Необхідність врахування історії звертань пошукувача та процесів працевлаштування
Можливість пропонування та вибору альтернативних рішень	Вимогам пошукувача роботи задовольняє декілька вакансій

У другому розділі – «Розроблення моделей контексту в інтелектуальних системах галузі працевлаштування» – проаналізовано моделі контексту та розроблено онтологію бізнес-процесів сфери працевлаштування.

Результати аналізу моделей контексту подано у табл. 2.

Таблиця 2. Моделі подання контексту

№	Форма подання	Сфера використання	Переваги	Недоліки
1	Моделі «Ключ-значення» та мови розмітки	Перевірка виконання простих обмежень, верифікація	Простота, не вимагають суттєвих обчислювальних ресурсів	Обмежене коло задач
2	Моделі на базі продукційних правил	Експертні системи	Можливість використання для вирішення складних задач	Відсутність цілісної моделі предметної області. Складність узгодження правил та контекстів їх використання.
3	Моделі на базі графів	Моделювання контекстних залежностей між даними	Формування моделі контекстних залежностей між даними	«Плаский» характер моделі.
4	Використання онтологій	Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень	Подання ієрархічної моделі предметної області. Використання дискрипційної логіки для розуміння	Впливають з обмежень дискрипційної логіки
5	Моделі глибокого розуміння	Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень	Отримання нових фактів та знань, глибоке опрацювання знань	Значні потреби в обчислювальних ресурсах. Погана масштабованість

Поява онтологічних моделей представлення знань надала можливість отримувати контекст, заснований на структурованих знаннях предметної області.

З точки зору способу представлення контексту, він повинен бути описаний стандартизованими способами, що забезпечують незалежність способу представлення від платформи. Модель представлення знань повинна підтримувати операції по створенню контексту і управління ним. Найбільш зручним способом представлення контексту, що відповідає сучасним вимогам, вважається онтологічна модель представлення інформації і знань. Контекстно-залежними представленнями онтологічної моделі є:

- 1) концепти, що представляють об'єкти, залучені в ситуацію;
- 2) властивості концептів, що представляють місце розташування об'єктів і час;
- 3) фундаментальні обмеження на ситуацію.

У результаті аналізу моделей подання контекстних знань в інтелектуальних системах було вирішено покласти в основу моделей контексту онтології, а інші типи моделей необхідні для моделювання процесів сфери працевлаштування будувати на їх основі.

На рис. 1 наведено графічне подання результуючої інтегрованої онтології сфери працевлаштування побудованої у результаті аналізу контекстів операцій бізнес-процесів працевлаштування. Сутності, додані до онтології у результаті аналізу контексту виділено іншою формою вершини графа. Відношення ієрархії сутностей показано суцільними лініями, а інші відношення – штриховими.

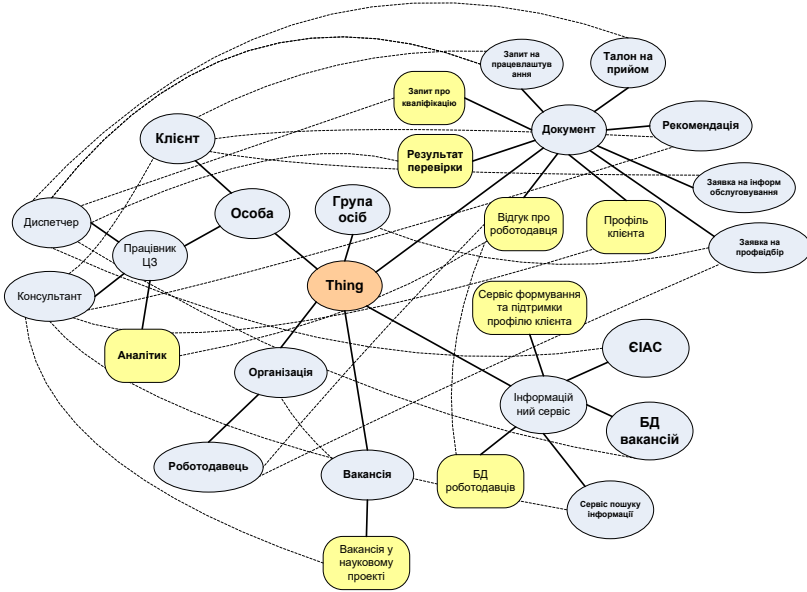


Рис. 1. Подання онтології сфери працевлаштування у формі семантичної мережі

Центральним елементом контексту виступає фокусний об'єкт t_{fo} , який подано екземпляром певного класу T_{fo} онтології On у базі фактів:

$$\begin{aligned} t_{fo} &\in Population(T_{fo}), \\ T_{fo} &\in On. \end{aligned} \quad (1)$$

Для подання контекстних знань релевантних у конкретній ситуації запропоновано використовувати контекстні онтології $Con \subseteq On$, які є частинами загальної онтології On . Визначення контекстних онтологій зберігаються у

базі знань в окремому репозиторії. На практиці для спрощення відстежування динаміки зміни контекстів для фокусного об'єкту визначають декілька частин його загального контексту, які розглядають як окремі контексти. Такими контекстами часто є контексти особи, оточення, завдання, яке виконується:

$$Con = Con_{pers} \cup Con_{loc} \cup Con_{task}. \quad (2)$$

Зміна цих контекстів постійно відслідковується і для кожної моменту часу визначається конкретна актуальна контекстна онтологія Con_i , що містить усі типові об'єкти, відношення, правила. Таким чином, вирішується задача ідентифікації контекстної онтології, на основі поточних значень параметрів загального контексту з бази фактів Bf

$$Fidon: Bf(Con) \rightarrow Con_i. \quad (3)$$

На практиці контекстна онтологія визначається на основі аналізу ідентифікованих елементів контексту оточення, поточного завдання, а також контексту особи.

У третьому розділі – «Розроблення методів використання контексту в інтелектуальних системах сфери працевлаштування» – вдосконалено JDL-модель галузі працевлаштування з визначенням операцій опрацювання контекстних даних та знань, розвинуто модель контекстних графів та розроблено метод уточнення контексту на базі цієї моделі, модифіковано метод аналітичної ієрархії для вибору варіантів виконання завдань у поточному контексті.

Опрацювання контексту відбувається на початку другого етапу JDL моделі (див. рис. 2), а також після ідентифікації ситуації, в його кінці. Для заданого фокусного об'єкту на основі значень з бази фактів визначають релевантну контекстну онтологію, що описує контекст фокусного об'єкта. Основним змістом другого етапу JDL-моделі є ідентифікація ситуації. Після ідентифікації шаблон ситуації заповнюють значеннями фактів. На основі аналізу контексту для різних комбінацій значень атрибутів фактів обирають конкретні способи виконання дій (практики).

Задача вибору потрібної практики з врахуванням значень параметрів ініціалізованої контекстної моделі є складно формалізованою та багатокритеріальною. Для її виконання необхідно враховувати досвід експертів, які розуміють нюанси кожної конкретної ситуації та можуть спрогнозувати наслідки тих чи інших дій, оцінити ризики та прийняти рішення з врахуванням контексту ситуації. Це вимагає безпосередньої співпраці з експертами для формалізації їх знань.

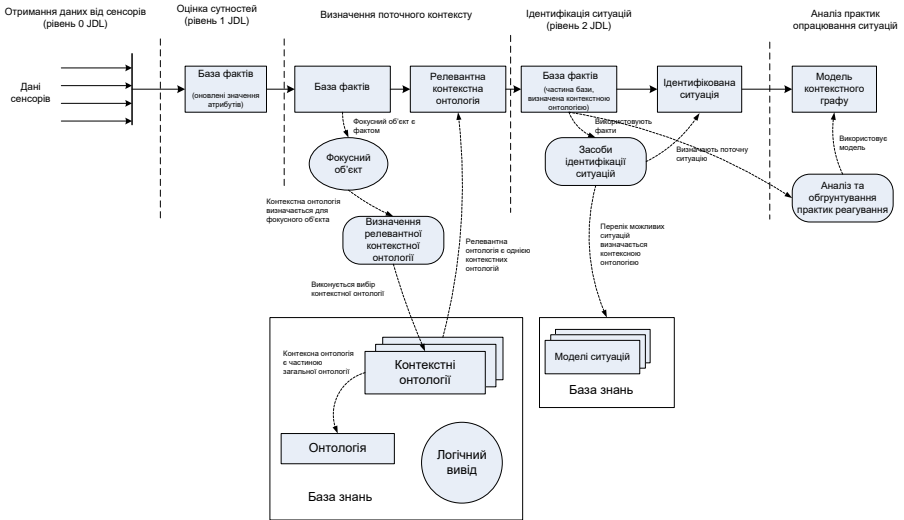


Рис. 2. Використання контекстних даних у вдосконаленій JDL моделі

Для вирішення задачі вибору способу опрацювання ситуації використано модель контекстних графів. На рис. 3 показано, як виходячи з наявної моделі контексту ситуації, залежно від конкретних значень параметрів обирають послідовності дій. Для певних конфігурацій значень параметрів інформації для прийняття рішення недостатньо. У цьому випадку контекстну модель уточнюють, переходячи до розширеної моделі контексту, яку доповнюють сутностями та відношеннями. Після цього задача вибору практики вирішується знову. На кожному етапі вибору рішень система мусить зважувати можливі додаткові витрати часу та коштів на отримання додаткової інформації для уточнення контексту, а також ризики у випадку можливої помилки, якщо уточнення контексту не буде проведене.

Враховуючи неформальний та багатокритеріальний характер задач вибору практики та уточнення контексту для її вирішення доцільно обрати метод аналітичної ієрархії та модифікувати його для використання з онтологічними моделями контексту та змінними функціями ваг критеріїв вибору.

Вхідними даними для вирішення задачі вибору практики виступає контекстна модель $MdCon_i$, яка складається з контекстної онтології Con_i , набору практик $SPract_i$, та критеріїв їх вибору $SCrit_i$:

$$MdCon_i = (Con_i, SPract_i, SCrit_i). \quad (4)$$

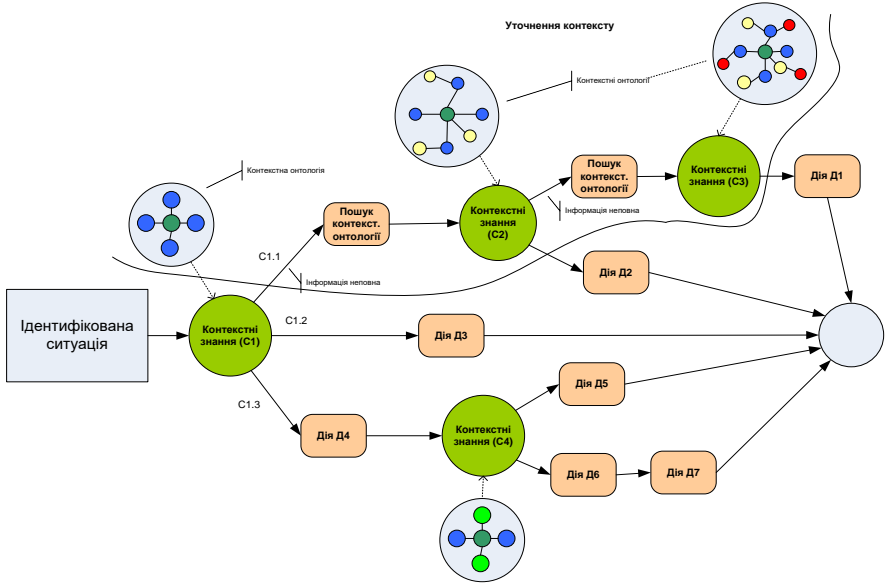


Рис. 3. Контекстний граф операції процесу працевлаштування та метод уточнення контексту

У результаті вирішення задачі необхідно знайти функцію яка відображає значення ініціалізованої онтології Con'_i у певну практику $Pract_{ij} \in SPract_i$:

$$Fidpract: Con'_i \rightarrow Pract_{ij}. \quad (5)$$

Нехай модель $MdCon_i$ має n елементів (класів та відношень): $c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in}$.

Кожен елемент c_{ik} має m атрибутів: $a_{ik1}, a_{ik2}, \dots, a_{ikm}$, а кожен атрибут a_{ikl} має область визначення $Range(a_{ikl})$. Тоді простір можливих рішень $DecSp$ є простором розмірності $n*m$, і кожен вимір цього простору буде задається областю визначення атрибуту елементу певного класу моделі $MdCon_i$.

Ініціалізованій онтології Con'_i відповідає точка у просторі рішень $DecSp$.

Задача побудови функції зводиться до розбиття простору на частини Sp_j , які у сукупності перекривають увесь простір, і для кожної частини визначена рівно одна практика, яка має бути застосована, якщо Con'_i знаходиться у цій частині

$$DecSp = \cup_j Sp_j, \quad (6)$$

$$\forall Sp_j \exists^1 Pract_k: Fidpract(Con'_i \in Sp_j) = Pract_k. \quad (7)$$

Якщо умова (7) не виконується, тобто вибір практики є неоднозначний, необхідно доповнити контексту модель іншими елементами і перейти до розширеної контекстної моделі $MdCon_i^1$. Такий перехід вимагає ініціалізації нової моделі додатковими даними, що вимагає додаткових коштів і по суті є ще однією з практик, вибір якої здійснюється експертом. Тому розглядаємо операцію уточнення контексту як різновид практики.

У класичному розумінні модель методу аналітичної ієрархії включає загальну мету, критерії вибору та альтернативи. У випадку вирішення задачі вибору практики, взаємна вага критеріїв та вага критеріїв та альтернатив різна для різних частин Sp_j , що зумовлює вибір різних практик для різних частин. Тому розіб'ємо загальний простір рішень на частини, в яких значення коефіцієнтів попарних порівнянь як для критеріїв, так і для альтернатив є константами, і для кожної такої області вирішимо задачу вибору практики з використанням методу аналітичної ієрархії.

Метод вирішення цієї задачі складається з таких кроків.

1. Для кожної пари критеріїв $(Crit_i, Crit_j)$ у контексті загальної мети коректного та ефективного вибору практики експерт визначає розбиття $Sp(Crit_i, Crit_j)$ простору рішень $DecSp$ на підобласті, що не перетинаються, так що у кожній підобласті взаємна важливість критеріїв w_{ij}^{cr} є константою.

Кожне розбиття визначається умовою $\sigma(Con_i)$ заданою на елементах контекстної онтології Con_i .

2. Накладаємо отримані таким чином розбиття одне на одне з метою отримання розбиття $DecSp$ на підобласті $Sp(Scrit)$ так що для кожної підобласті визначено свою, унікальну матрицю попарних порівнянь критеріїв $|w_{ij}^{cr}|$.

3. Для кожного критерію $Crit_k$ та пари альтернативних практик $(Pract_i, Pract_j)$ визначаємо розбиття області рішень $DecSp$ на підобласті, що не перетинаються, так що у кожній підобласті коефіцієнт взаємної важливості альтернатив w_{ij}^{pr} є константою.

4. Аналогічно до п. 2 накладаємо отримані у п.3 розбиття щоб отримати нове розбиття $Sp(SPract)$ області рішень $DecSp$ на частини в яких для кожної визначено унікальну матрицю коефіцієнтів порівнянь альтернатив $|w_{ij}^{pr}|$.

5. Накладаємо розбиття $Sp(Scrit)$ та $Sp(SPract)$ так щоб отримати нове розбиття $Sp(Scrit, SPract)$ простору рішень $DecSp$ з унікальними парами матриць $|w_{ij}^{cr}|$ та $|w_{ij}^{pr}|$.

6. Для кожної частини з розбиття $Sp(Scrit, SPract)$ з використанням методу аналітичної ієрархії визначаємо практику, яку необхідно застосувати, якщо ініціалізована контекстна модель Con_i^1 знаходиться у цій області.

Четвертий розділ – «Розробка та впровадження системи» – присвячено описові комплексної реалізації та практичного використання запропонованих підходів. Зокрема, у розділі представлено спроектовану архітектуру та розроблену інтелектуальну систему підтримки прийняття рішень у сфері працевлаштування.

Логіка роботи реалізованої програмної системи визначається контекстним графом (рис. 4).

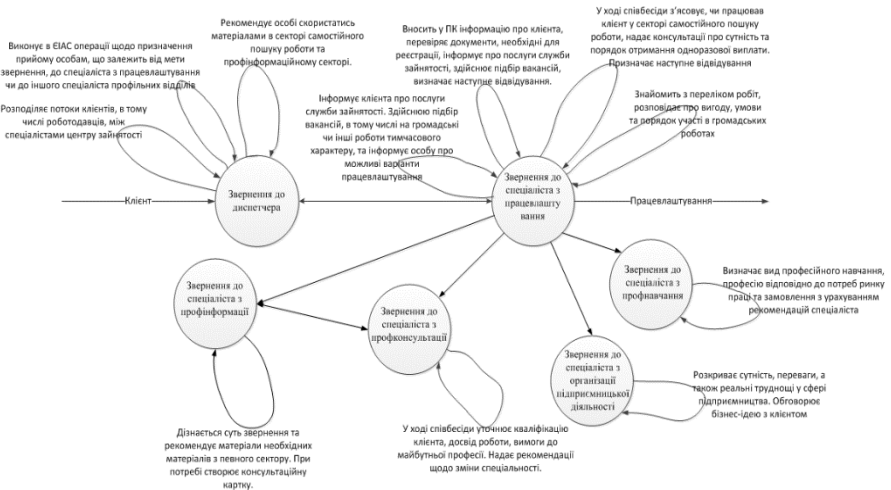


Рис. 4. Контекстно-залежний граф процесів працевлаштування

Розглянуто процес працевлаштування у вигляді контекстно-залежного графа (рис. 4), вершинами якого є процеси, через які повинна проходити кожна людина, яка хоче знайти роботу через службу зайнятості, а ребра – це операції фахівців основних центрів зайнятості на службі населення. Для кожної операції визначено відповідну інформацію, що описує контекст операції та зміни при переході до інших операцій процесу. Процес працевлаштування у службі зайнятості починається зі звернення громадянина до такої служби за допомогою пошуку відповідної роботи.

Також проаналізовано окремі процеси та їх операції з метою побудови онтології на основі контекстів окремих операцій. Побудовано цикл діаграм для детального аналізу предметної області. Розроблено базу даних (рис. 5) та систему для моделювання контекстно-залежних інтелектуальних систем у сфері працевлаштування.

Основною метою дисертаційної роботи є реалізація задачі для забезпечення користувачам швидкого пошуку роботи. Для цього розроблено три наведені нижче ролі.

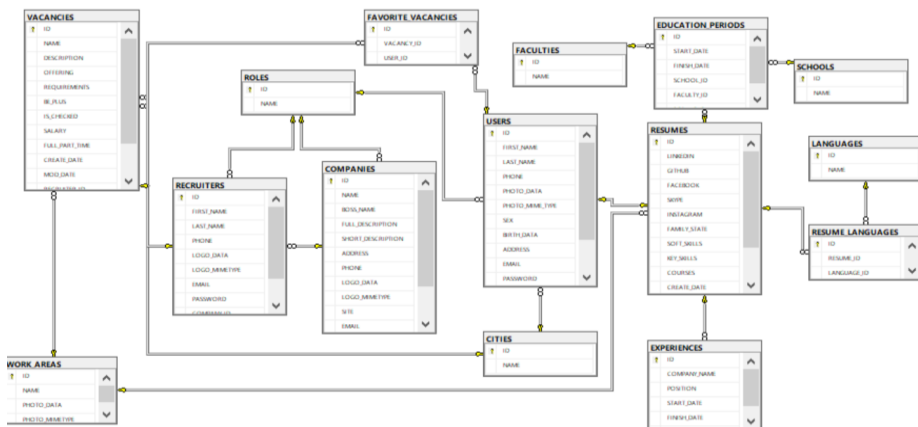


Рис. 5. Структура розробленої бази даних

Роль компанії (рекрутера): Основна мета – швидко і легко знайти кандидатів на вільну вакансію. Основні можливості:

- зареєструвати компанію;
- додати опис компанії;
- додати рекрутера:
 - додати вакансії;
 - пошук кандидатів за допомогою фільтрів.

Роль користувача: основна мета – швидко і легко знайти роботу. Основні можливості:

- зареєстрований користувач:
 - заповнити особистий кабінет;
 - додати резюме із актуальною інформацією;
 - шукати вакансії на основі різних фільтрів;
 - фільтрувати вакансії за властивістю «checked»;
 - подати заявку на бажану роботу
- незареєстрований користувач:
 - шукати вакансії на основі різних фільтрів.

Роль адміністратора: Основна мета – перевірити достовірність даних. Основні можливості:

- пошук користувачів;
- пошук вакансій;
- присвоєння вакансіям властивості «checked/unchecked»;
- можливість видалити користувача/компанію.

Усі вищенаведені характеристики реалізовані у проекті JobList (рис. 6).

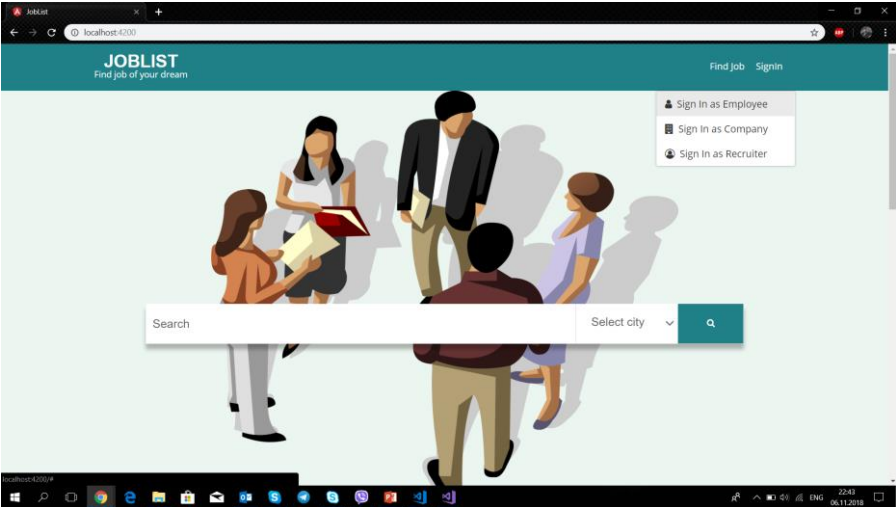


Рис. 6. Результат програмної реалізації

В додатках містяться акти впровадження результатів роботи та програмний код.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв’язано актуальне наукове завдання розроблення технологій для опрацювання, збереження, аналізу та представлення контекстних знань у системах підтримки прийняття рішень сфери працевлаштування. Основні результати дисертаційного дослідження викладені у висновках, які зводяться до наступних положень:

1. Розроблено моделі для подання та використання контекстно-залежних знань на основі онтологічного підходу, що дало змогу використовувати методи логічного виведення для підтримки прийняття рішень у сфері працевлаштування.
2. Вдосконалено JDL модель ситуаційної обізнаності шляхом визначення способів використання контекстно-залежних знань, що дало змогу покращити якість рішень за рахунок використання контекстної інформації.
3. Вдосконалено модель контекстних графів шляхом використання контекстних онтологій, що дало змогу покращити якість рішень за рахунок використання додаткової інформації з контексту.

4. Розроблено метод поглибленого аналізу контексту що базується на моделі контекстних графів та вдосконаленому методі аналітичної ієрархії для вибору способів вирішення задач, що дозволило обґрунтувати вибір рішень.
5. Проведено аналіз бізнес-процесів сфери працевлаштування, що дало змогу побудувати онтологію цієї предметної області та конкретизувати вимоги до контекстно-залежних інтелектуальних систем сфери працевлаштування.
6. Розроблено програмну систему для моделювання контекстно-залежних процесів прийняття рішень у сфері працевлаштування, яку впроваджено у Перемишлянському районному центрі зайнятості Львівської області.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Zavuschak I. Methods of processing context in intelligent systems // International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS). Vol. 10, No. 3. Hong Kong: MECS Publisher, 2018. P. 1-8. doi: 10.5815/ijmecs
2. Zavuschak I. The context analysis and the process of its formation // Ecotechmod. An international quarterly journal. Vol. 6, Is. 2. Lublin: Polish Academy of Sciences Branch, 2017. P. 67-72.
3. Zavushchak I., Shvorob I., Rybchak Z. Models of support decisions systems in the employment industry // Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer. Vol. 871. 2018. P. 246-255. ISSN 2194-5357. doi: 10.1007/978-3-030-01069-0_18
4. Zavuschak I., Burov Ye., Pasichnyk V. Context modelling in process of developing employment solutions // Ecotechmod. An international quarterly journal Vol. 7, No. 3. Lublin: Polish Academy of Sciences Branch, 2018. P. 47-52.
5. Zavuschak I., Zheliznyak I., Rybchak Z. Analysis of clustering algorithms // Advances in Intelligent Systems and Computing, Springer. Vol. 512. 2017. P. 305-314. ISSN 2194-5357. doi: 10.1007/978-3-319-45991-2_21
6. Zavuschak I., Burov Ye. The context of operations as the basis for the construction of ontologies of employment processes // International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS). Vol. 9, No. 11. Hong Kong: MECS Publisher, 2017. P. 13-24. doi: 10.5815/ijmecs
7. Завущак І., Буров Є. Методи опрацювання контексту в інтелектуальних системах // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Інформаційні системи та мережі. № 872. 2017. С. 121-130.

8. Завущак І.І., Буров Є.В. Побудова онтології процесів працевлаштування на основі аналізу контекстів операцій // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Вип. 27. Луцьк, 2017. С. 105-119.
9. Zavuschak I. User interface constructed on the contextual knowledge that describing ontology // 7th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus". Lviv, 2017. P. 416-418.
10. Zavuschak I., Zheliznyak I., Rybchak Z. Management process knowledge in the subject area and notion of contextual dependence // 6th International Youth Science Forum "Litteris et Artibus" Lviv, 2017. P. 102-105.
11. Завущак І.І. Процес управління знаннями в предметній області та поняття контекстної залежності // Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «Наука, освіта, суспільство: актуальні питання і перспективи розвитку». Київ: Інститут інноваційної освіти, 2017. С. 115-120.
12. Завущак І.І., Буров Є.В. Подання контекстних знань в онтолого-керованих інформаційних системах // Тези доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Комп'ютерне моделювання та програмне забезпечення інформаційних систем та технологій». Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2017. – С. 96-97.
13. Завущак І. Аналітичний огляд літературних та інших джерел онтологічного моделювання процесів галузі працевлаштування // Тези доповідей XIX Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах СНД». Переяслав-Хмельницький, 2014. С. 257-260.
14. Завущак І. Онтологічне моделювання процесів галузі працевлаштування // Тези доповідей XVII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Онтологічне моделювання процесів галузі працевлаштування". Переяслав-Хмельницький, 2013. С. 145-148.
15. Завущак І. Методи та засоби створення інформаційної системи // Тези доповідей II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах Європи та Азії». Переяслав-Хмельницький, 2014. С. 110-112.
16. Завущак І. Онтології, як спосіб представлення знань // Тези доповідей II Всеукраїнської науково-практичної заочної конференції «Наукові дослідження: перспективи інноваційного розвитку суспільства і технологій». Київ: Нова освіта, 2014. С. 35-38.

АНОТАЦІЇ

Завущак І.І. Методи та засоби побудови контекстно-залежних інтелектуальних систем у сфері працевлаштування. – На правах рукопису.

Дисертаційна робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.03 – Математичне та програмне забезпечен-

ня обчислювальних машин і систем. – Національний університет «Львівська політехніка» МОН України, Львів, 2019.

У дисертаційній роботі розв'язано актуальне наукове завдання розроблення методів та засобів для опрацювання, збереження, аналізу та представлення контекстних знань. Проведено аналіз та побудовано моделі бізнес-процесів сфери працевлаштування, зокрема розробки рекомендацій з працевлаштування, формування бази вакансій та роботи з працедавцями, надання послуг з професійного інформування та консультування, а також професійного відбору кандидатур на основі вимог працедавців. Моделі бізнес-процесів подано з використанням мови BPMN.

Визначено зв'язок між знанням і контекстом, а також розглянуто види та властивості моделі представлення контексту та основні задачі контекстного прийняття рішень.

Вдосконалено JDL-модель галузі працевлаштування з визначенням операцій опрацювання контекстних даних та знань, розвинуто модель контекстних графів та розроблено метод уточнення контексту на базі цієї моделі, модифіковано метод аналітичної ієрархії для вибору практик у поточному контексті. Для вирішення задачі вибору способу опрацювання ситуації використано модель контекстних графів. Розроблено систему для моделювання контекстно-залежних інтелектуальних систем у сфері працевлаштування.

Ключові слова: контекст, знання, контекстні дані, контекстно-залежна система, працевлаштування, модель.

Завушак И.И. Методы и средства построения контекстно-зависимых интеллектуальных систем в сфере трудоустройства. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.05.03 - Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем. – Национальный университет «Львівська політехніка» МОН України, Львов, 2019.

В диссертационной работе решено актуальное научное задание разработки методов и средств для обработки, хранения, анализа и представления контекстных знаний. Проведен анализ и построены модели бизнес-процессов сферы трудоустройства, в частности разработки рекомендаций по трудоустройству, формирования базы вакансий и работы с работодателями, предоставления услуг по профессиональному информированию и консультированию, а также профессиональному отбору кандидатур на основе требований работодателей. Модели бизнес-процессов представлены с использованием языка BPMN.

Определена связь между знанием и контекстом, а также рассмотрены виды и свойства модели представления контекста и основные задачи контекстного принятия решений.

Усовершенствована JDL-модель области трудоустройства с определением операций обработки контекстных данных и знаний, разработана модель контекстных графов и разработан метод уточнения контекста на базе этой модели, модифицирован метод аналитической иерархии для выбора практик в бегущем контексте. Для решения задачи выбора способа обработки ситуации использована модель контекстных графов. Разработана система для моделирования контекстно-зависимых интеллектуальных систем в сфере трудоустройства.

Ключевые слова: контекст, знание, контекстные данные, контекстно-зависимая система, трудоустройство, модель.

Zavushchak I. Methods and means of constructing context-dependent intellectual systems in the field of employment. - On the rights of the manuscript.

Dissertation work for obtaining the scientific degree of the candidate of technical sciences on the specialty 01.05.03 - Mathematical and software of computing machines and systems. - Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2019.

In the dissertation the actual scientific task of development of technologies for processing, preservation, analysis and presentation of contextual knowledge is solved.

The analysis and modeling of the business processes of the sphere of employment, including the development of job placement recommendations, the creation of a vacancy database and work with employers, the provision of professional information and counseling services, and the professional selection of candidates based on the requirements of employers, have been carried out. Business process models are provided using the BPMN language.

The relationship between knowledge and context is determined, as well as the types and properties of the context representation model and the main tasks of context-based decision-making. From the point of view of the way the context is presented, it should be described in standardized ways that ensure the independence of the presentation from the platform. The knowledge representation model should support operations for creating and managing a context. The most convenient way of presenting a context that meets modern requirements is the ontological model of information and knowledge representation.

The JDL model of the employment industry has been improved with the definition of operations for the processing of context data and knowledge, the model of context graphs has been developed and a method for refining the context on the basis of this model has been developed, the method of analytical hierarchy has been modified to select practices in the running context. To solve the problem of choosing the method used model of development situation and context graphs showing how the existing model based on the context of the situation, depending

on the specific values of the parameters provide the sequence of actions. For certain configurations of the values of information parameters for decision making is not enough. In this case, the context model is refined, moving to an expanded model of the context, complemented by entities and relationships. After that the task of choosing a practice is solved again. At each stage of the decision-making process, the system must weigh the possible additional costs of time and money for obtaining additional information to clarify the context, as well as the risks in the event of a possible error, if the context refinement is not carried out.

Also analyzed are individual processes and their operations to build ontology based on the contexts of individual operations. The cycle of diagrams for detailed analysis of the domain is constructed. A database for modeling context-sensitive intellectual systems in employment area was developed. On the basis of problem analysis, effective methods of working out of knowledge in the field of employment were developed and created on their basis a convenient and effective system for people who are looking for work, as well as for employers who will be able to quickly find suitable qualified candidates.

Keywords: context, knowledge, context data, context-dependent system, employment, model.

Підписано до друку 22.02..2019.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк на різнографі.
Ум. друк. арк 1,16. Обл.-вид. арк. 0,9.
Наклад 100 прим. Зам. №2

ТзОВ «Растр-7»
79005, м.Львів, вул. Кн. Романа, 9/1
тел./факс: (032) 235-52-05
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ЛВ №22 від 19.11.2002р.