

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
І ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ДЖИНДЖИРИСТИЙ АНДРІЙ ЗІНОВІЙОВИЧ

УДК 004.021

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПІДБОРУ КОМАНДИ РОЗРОБНИКІВ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор кафедри приладів і контрольно-вимірювальних систем
Паламар Михайло Іванович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри інформатики і математичного моделювання
Баран Ігор Олегович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Складність і багатогранність сучасних технологій розробки комп'ютерних систем вимагає від розробників постійного вдосконалення існуючих навиків та здобуття нових знань і вмінь для забезпечення конкурентоспроможності на ринку праці. З іншого боку, компанії-розробники намагаються сформувати штат високо-професійних фахівців для реалізації різнопланових проектів комп'ютерних систем, які б дали змогу максимізувати доходи та мінімізувати витрати на розробку.

Досягнення компромісу між розробниками з однієї сторони, та компаніями, з іншої, є доволі складною та нетривіальною задачею. На сучасному етапі розвитку ІТ-ринку, у штаті будь-якої компанії важливу роль відіграють менеджери з підбору персоналу (Human Recruiter), при цьому їх кількість невпинно зростає. Основне їхнє завдання полягає у пошуку резюме фахівців у спеціалізованих соціальних мережах та пропозицією працевлаштування. Оскільки, кількість резюме розробників налічує тисячі, а інколи десятки тисяч, обрати оптимальних розробників для реалізації проекту комп'ютерних систем доволі складно.

Тому актуальною задачею, з одного боку, є розробка методів та інтелектуальних засобів підбору персоналу компаніями-розробниками, а з іншого – вибір оптимальної компанії для працевлаштування розробника.

Для проектування інтелектуальних засобів підбору персоналу, систем машинного навчання та інших «smart» систем важливим є вибір та побудова математичних методів і засобів, що є фундаментальним аспектом ефективності алгоритмів опрацювання даних та одержання точних і достовірних результатів.

Дослідженню методів штучного інтелекту та машинного навчання присвячено багато наукових і практичних робіт як українських, так і закордонних вчених. Серед українських вчених та вчених СНД потрібно відмітити праці Різника О.М., Клименка В.П., Мучника І.Б., Загоруйко М.Г., Плєскача В.Л., Воронцова К.В. та багатьох інших. Серед закордонних – G. Karayis, Дж. Мак-Кіна, Г. Болла, У. Уільямсона, J. Ben Shafer, Г. Ланса.

Побудова автоматизованих систем підбору команди розробників, або окремих фахівців, є актуальною задачею практично для будь-якої сфери діяльності, зокрема для ІТ галузі, оскільки цей ринок дуже динамічно розвивається, а кадровий «голод» все більше себе проявляє.

Метою роботи є дослідження, обґрунтування та розробка інтелектуальних методів і засобів підбору команди розробників для реалізації комп'ютерних систем.

Для досягнення вказаної мети, в роботі поставлено та розв'язано наступні задачі:

- аналіз наукових публікацій щодо побудови систем автоматизованого підбору персоналу при реалізації комп'ютерних систем;
- обґрунтування та формалізація критеріїв оптимальності при підборі команди розробників;
- обґрунтування методів штучного інтелекту та вибір оптимальних для пошуку розробників комп'ютерних систем;

- розробка системи збору та аналізу даних щодо вмінь розробників комп'ютерних систем;
- побудова імітаційної моделі та розробка засобу підбору персоналу для реалізації комп'ютерних систем;
- апробація одержаних результатів щодо застосування в системах управління персоналу.

Об'єкт дослідження: процеси формування рекомендацій щодо підбору персоналу з розробки комп'ютерних систем.

Предмет дослідження: критерії, моделі, методи і засоби інтелектуального підбору команди розробників комп'ютерних систем.

Методи дослідження: Для вирішення поставлених задач використано наступні методи: аналіз та узагальнення – при проведенні аналізу існуючих моделей і методів побудови систем автоматизованого підбору команди розробників; формалізації – при дослідженні критеріїв оптимальності та розробці методу формування рекомендацій при підборі команди розробників; проектування та програмування – при розробці програмного засобу формування рекомендацій; експеримент та вимірювання – для апробації розробленого методу та засобу.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна полягає у вирішенні науково-практичної задачі автоматизованого підбору команди фахівців з комп'ютерної інженерії, при цьому одержано наступні результати:

- уперше запропоновано та формалізовано модель опису властивостей об'єктів, необхідних при формуванні команди розробників комп'ютерних систем, що дало змогу більш повно, в порівнянні з іншими моделями, представити фактори, які впливають на точність створення рекомендацій щодо участі розробника у команді та автоматизувати такий процес.

- уперше розроблено метод формування рекомендацій щодо підбору розробників комп'ютерних систем, який враховує, окрім навиків і вмінь технологічного стеку, критерії рейтингу закладів освіти, досвіду розробки та географічного розташування компанії і фахівця з комп'ютерної інженерії, що дає змогу більш ефективно формувати ранжований список потенційних розробників та приймати рішення щодо залучення його до проекту.

Практичне значення одержаних результатів. Застосування розробленого методу і засобу дає змогу автоматизувати процес підбору розробників комп'ютерних систем і значно скоротити часові та фінансові витрати фірм, шляхом підвищення ефективності роботи менеджерів з підбору персоналу.

Апробація. Результати дослідження апробовано на VIII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених і студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року) у вигляді тез конференцій.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 131 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дослідження математичного та програмного забезпечення системи автоматизованого підбору команди розробників, сформульовано мету, задачі і методи дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі «Аналіз сучасного стану досліджень при формуванні команд розробників комп'ютерних систем» проведено аналіз сучасного стану досліджень у сфері автоматизованого підбору персоналу, зокрема фахівців з комп'ютерної інженерії, факторів, що впливають на формування знань і вмінь розробників комп'ютерних систем, аналіз потреб ринку у фахівцях і т.п.

Проаналізовано статистичні дані щодо потреб ІТ компаній відносно знань і вмінь розробників комп'ютерних систем з точки зору технологій проектування апаратного і програмного забезпечення, а також відгуків фахівців щодо здобутих під час навчання знань і навиків. Проведено аналіз методів щодо можливості інтелектуального підбору команди розробників комп'ютерних систем і встановлено, що ефективним є застосування методів колаборативної фільтрації при визначенні подібності між навиками розробників та вимогами ІТ компаній.

У другому розділі «Обґрунтування метрик та побудова моделі автоматизованого підбору команди розробників комп'ютерних систем» обґрунтовано застосування методів колаборативної фільтрації для розв'язку задачі формування команди розробників комп'ютерних систем, що дало змогу формалізувати предметну область у вигляді матриці крос-табуляції між навиками та вміннями розробників і технологіями проектування комп'ютерних систем, проаналізовано метрики подібності об'єктів, які можуть бути використані при колаборативній фільтрації, що дало змогу обґрунтувати метрику «косинус кута» для встановлення подібності між знаннями і навиками розробників та необхідними технологіями при реалізації проектів комп'ютерних систем. Запропоновано та формалізовано модель опису властивостей об'єктів, необхідних при формуванні команди розробників комп'ютерних систем та розроблено метод формування рекомендацій щодо підбору розробників комп'ютерних систем, який враховує, окрім навиків і вмінь технологічного стеку, критерії рейтингу закладів освіти, досвіду розробки та географічного розташування компанії і фахівця з комп'ютерної інженерії.

У третьому розділі «Розробка програмного засобу автоматизованого підбору команди розробників комп'ютерних систем» на основі аналізу предметної області щодо розробки програмного засобу автоматизованого підбору команди розробників комп'ютерних систем та з врахуванням особливостей запропонованої моделі і методу визначено ролі користувачів та їхні основні

функціональні можливості. Спроектовано архітектуру програмного засобу із застосуванням підходу шарів Фаулера, що дало змогу здійснити декомпозицію та реалізувати його засобами мови С#, технології ASP.NET MVC та СКБД MS SQL Server. Експериментально доведено ефективність застосування запропонованих моделі, методу і засобу при автоматизованому підборі команди розробників комп'ютерних систем, що забезпечують точність на рівні 84,65%.

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» обґрунтовано доцільність проведення дослідження математичного та програмного забезпечення системи автоматизованого підбору команди розробників і встановлено, що собівартість методу і засобу становить 41897,39 грн., а термін їхньої окупності – 2,27 року, що дозволяє говорити про економічну доцільність та ефективність впровадження.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз вимог з охорони праці і техніки безпеки при використанні програмного засобу автоматизованого підбору команди розробників комп'ютерних систем, а також проаналізовано методи запобігання забрудненню повітря виробничих приміщень НХР, допустимі значення для основних речовин-забруднювачів, їх характеристика та засоби захисту, а також розглянуто питання розроблення та впровадження режимів радіаційного захисту працюючих і службовців у виробничій діяльності об'єкту в умовах радіоактивного забруднення місцевості

У шостому розділі «Екологія» розглянуто питання кореляційних зв'язків в екології і методів екологічної статистики.

У загальних висновках до дипломної роботи магістра наведено результати виконання розділів дипломної роботи магістра, їх наукове та практичне значення при проведенні дослідження математичного і програмного забезпечення системи автоматизованого підбору команди розробників.

Додатки до пояснювальної записки містять матеріали конференцій, у яких опубліковано основні результати дипломної роботи магістра.

У графічній частині до дипломної роботи магістра проілюстровано основні результати щодо запропонованих методу і засобу автоматизованого підбору команди розробників комп'ютерних систем.

ВИСНОВКИ

Основні наукові та практичні результати полягають в наступному.

Проведено аналіз факторів, що впливають на формування знань і вмінь розробників комп'ютерних систем на основі навчального плану підготовки бакалаврів у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя, що дало змогу виявити компетенції фахівців після завершення навчання, можливості їх подальшого працевлаштування і визначити фактори, які необхідно врахувати при побудові автоматизованих систем підбору команди розробників комп'ютерних систем.

Проаналізовано статистичні дані щодо потреб ІТ компаній відносно знань і вмінь розробників комп'ютерних систем з точки зору технологій проектування апаратного і програмного забезпечення, а також відгуків фахівців щодо здобутих під

час навчання знань і навиків, що дало змогу визначити необхідність врахування популярності технологій розробки і рейтингу ВУЗів при автоматизованому підборі команди розробників комп'ютерних систем.

Проведено аналіз методів щодо можливості інтелектуального підбору команди розробників комп'ютерних систем і встановлено, що ефективним є застосування методів колаборативної фільтрації при визначенні подібності між навиками розробників та вимогами ІТ компаній.

Обґрунтовано застосування методів колаборативної фільтрації для розв'язку задачі формування команди розробників комп'ютерних систем, що дало змогу формалізувати предметну область у вигляді матриці крос-табуляції між навиками та вміннями розробників і технологіями проектування комп'ютерних систем і в подальшому визначати рівень відповідності між ними.

Проаналізовано метрики подібності об'єктів, які можуть бути використані при колаборативній фільтрації, що дало змогу обґрунтувати метрику «косинус кута» для встановлення подібності між знаннями і навиками розробників та необхідними технологіями при реалізації проектів комп'ютерних систем.

Запропоновано та формалізовано модель опису властивостей об'єктів, необхідних при формуванні команди розробників комп'ютерних систем, що дало змогу більш повно, в порівнянні з іншими моделями, представити фактори, які впливають на точність створення рекомендацій щодо участі розробника у команді та автоматизувати такий процес.

Розроблено метод формування рекомендацій щодо підбору розробників комп'ютерних систем, який враховує, окрім навиків і вмінь технологічного стеку, критерії рейтингу закладів освіти, досвіду розробки та географічного розташування компанії і фахівця з комп'ютерної інженерії, що дає змогу більш ефективно формувати ранжований список потенційних розробників та приймати рішення щодо залучення його до проекту.

Обґрунтовано застосування моделей формування рекомендацій з врахуванням констант-регуляризаторів, що дало змогу враховувати відхилення оцінок у матриці крос-табуляції «розробник-технологія» і забезпечити вищу достовірність результатів в порівнянні із застосуванням моделей без регуляризаторів.

Проведено аналіз предметної області щодо розробки програмного засобу автоматизованого підбору команди розробників комп'ютерних систем з врахуванням особливостей запропонованої моделі і методу, що дало змогу визначити ролі користувачів системи та їхні основні функціональні можливості.

На основі реляційного підходу із застосування засобів MS SQL Server спроектовано схему бази даних для зберігання та маніпулювання даними, що дало змогу забезпечити актуальність і цілісність бази даних при визначенні подібності навиків і вмінь розробників комп'ютерних систем відносно вимог до технологій проектування комп'ютерних систем.

Спроектовано архітектуру програмного засобу із застосуванням підходу шарів Фаулера, що дало змогу здійснити декомпозицію та реалізувати його засобами мови C#, технології ASP.NET MVC та СКБД MS SQL Server.

Експериментально доведено ефективність застосування запропонованих моделі, методу і засобу при автоматизованому підборі команди розробників комп'ютерних систем, що забезпечують точність на рівні 84,65%.

Проведено обґрунтування економічної доцільності проведення НДР шляхом розрахунку показників собівартості, ціни і терміну окупності капітальних вкладень.

Проведено аналіз вимог та норм з охорони праці при використанні автоматизованого засобу підбору команди розробників комп'ютерних систем засобу та проаналізовано методи запобігання забрудненню повітря виробничих приміщень НХР, допустимі значення для основних речовин-забруднювачів, їх характеристика та засоби захисту, а також розглянуто питання розроблення та впровадження режимів радіаційного захисту працюючих і службовців у виробничій діяльності об'єкту в умовах радіоактивного забруднення місцевості.

Проведено дослідження кореляційного аналізу зв'язків в екології та розглянуто методи екологічної статистики.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Паламар М.І., Джинджиристий А.З. Застосування метрики косинуса кута при підборі команди розробників комп'ютерних систем. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27 – 28 листопада 2019 р.). Тернопіль:ТНТУ. 2019. с. 29.

2. Джинджиристий А., Паламар М. Аналіз методів колаборативної фільтрації при підборі команди розробників комп'ютерних систем. Матеріали VII науково-технічної конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології» (11-12 грудня 2019 року). Тернопіль: ТНТУ. 2019. с. 119.

АНОТАЦІЯ

Джинджиристий А.З. Математичне та програмне забезпечення автоматизованої системи підбору команди розробників

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра 123 – Комп'ютерна інженерія. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2019.

У дипломній роботі магістра запропоновано та формалізовано модель опису властивостей об'єктів, необхідних при формуванні команди розробників комп'ютерних систем, що дало змогу більш повно, в порівнянні з іншими моделями, представити фактори, які впливають на точність створення рекомендацій щодо участі розробника у команді та автоматизувати такий процес.

Розроблено метод формування рекомендацій щодо підбору розробників комп'ютерних систем, який враховує, окрім навиків і вмінь технологічного стеку, критерії рейтингу закладів освіти, досвіду розробки та географічного розташування компанії і фахівця з комп'ютерної інженерії, що дає змогу більш ефективно формувати ранжований список потенційних розробників та приймати рішення щодо залучення його до проекту.

Спроектовано архітектуру програмного засобу із застосуванням підходу шарів Фаулера, що дало змогу здійснити декомпозицію та реалізувати його засобами мови С#, технології ASP.NET MVC та СКБД MS SQL Server.

Експериментально доведено ефективність застосування запропонованих моделі, методу і засобу при автоматизованому підборі команди розробників комп'ютерних систем, що забезпечують точність на рівні 84,65%.

Ключові слова: МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПІДБІР, КОМАНДА, РОЗРОБНИК.

ABSTRACT

Dzhyndzhyrystyi A.Z. Mathematical support and software of automated system of developers' team selection

The diploma paper for obtaining the Master's degree 123 – Computer engineering – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil 2019.

The master's thesis proposes and formalizes a model for describing the properties of objects required in the formation of a team of computer system developers, which allowed to more fully, compared with other models, to present factors that affect the accuracy of creating recommendations for the participation of the developer in the team and automate that process.

The method of forming recommendations for the selection of computer system developers has been developed, which takes into account, in addition to the skills and abilities of the technological stack, the criteria of the rating of educational institutions, development experience and geographical location of the company and computer engineering specialist, which makes it possible to more effectively form a ranked list of potential developers, and make decisions about bringing it to the project.

The software architecture was designed using the Fowler layer approach, which made it possible to decompose and implement it using C #, ASP.NET MVC and MS SQL Server DBMS.

The effectiveness of the proposed model, method and tool in the automated selection of a team of computer system developers providing accuracy at 84.65% has been experimentally proven.

Keywords: MATHEMATICAL SUPPORT, SOFTWARE, SELECTION, TEAM, DEVELOPER.