

МОДЕЛЬ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ІНТЕГРАЛЬНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОХАСТИЧНОГО ГРАФА ВЕЛИКОГО РОЗМІРУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Мета роботи полягає у побудові моделі для розрахунку інтегральних характеристик для стохастичного графа що відповідатиме великому класу мереж, таким як: мобільні телефонні мережі, соціальні мережі, електричні мережі, тощо.

Ключові слова: інформація, соціальна мережа, агент, суспільство, прийняття рішень, теорія ігор, граф, телекомунікації, стохастичність, модель, вузол, зв'язок.

Abstract

The paper goal is to construct a model for calculating the integral characteristics for stochastic large graph, which corresponded to a large classes of network as mobile telephone networks, social networks, electric power networks and so on.

Keywords: information, social network, agent, society, decision making, game theory, graph telecommunication, stochasticity, model, node, link.

Вступ

Сучасні мережі телекомунікацій, наприклад Інтернет чи мережа мобільного зв'язку, складаються із великої кількості окремих вузлів та зв'язків між ними. В якості вузлів можуть виступати окремі користувачі (наприклад, для Інтернету чи соціальної мережі), окремі радіотехнічні пристрої (наприклад, соти для мобільного зв'язку), окремі комп'ютерні системи (наприклад, сервери для веб-сторінок) тощо.

Кількість вузлів для сучасних телекомунікаційних мереж, як правило, є величиною стало. Задається вона часто кількістю задіяних радіотехнічних пристроїв, комп'ютерів, серверів тощо. На відміну від вузлів, зв'язки між вузлами, як правило, є величиною змінною. Вони можуть виникати, деякий час існувати, а потім розриватися. В якості прикладу можна навести трафік розповсюдження сигналу по Інтернет між двома фіксованими вузлами: цей шлях в різні моменти часу може проходити через різні вузли.

Таким чином, сучасна телекомунікаційна мережа може бути представлена як стохастичний граф великого розміру, який включає в себе (незмінну, або ж порівняно повільно змінювану) велику кількість вузлів, зв'язки між якими мають випадкову (стохастичну) компоненту.

Внаслідок цього дослідження кількісних характеристик великих стохастичних графів являє собою актуальну наукову та важливу практичну задачу.

Результати дослідження

Наведено детальний огляд сучасної літератури за проблематикою дослідження стохастичних графів великого розміру в предметній області соціальних мереж [1].

Проведено огляд сучасного стану поточних досліджень російською мовою [1,2], а також класичні, теоретичні та прикладні результати англійською мовою в [4,5], українською мовою подано лише окремі публікації (див., наприклад, [6]).

Здійснено аналіз прийняття рішень агентами в організаційних системах [3].

Досліджено математичний апарат для моделювання мультиагентних мереж, агентами в яких виступають люди, що приймають рішення, або здійснюють вибір, та запропонована топологічна класифікація стохастичних графів великого розміру [7].

Побудовано систему алгоритмів розв'язання сукупності важливих для практичного застосування задач з управління виробничими та організаційними структурами. Отримані результати на основі дослідження моделі діяльності агента, в якості якого виступає людина.

Розглянуто задачі навчання агентів для здійснення спільних дій в стохастичних графах великого розміру за рахунок збільшення/зменшення рівня доступу до ресурсів [8].

Розглянуто умови, коли окремі агенти хочуть скористатися ресурсами, не заплативши за них (так звана «проблема безбілетника»). Такі модельні ситуації мають велике значення для розуміння процесів кооперації зусиль. Розвиток такого підходу [9] дозволив змоделювати інтенсивність проявів альтруїзму агентів стохастичних графів великого розміру з урахування змін кількості вузлів графа та витрат на колективну поведінку. Результати свідчать про критичну важливість умов конкуренції між агентами.

Розглянуто вплив фактора [10, 11], яким є величина групи (тобто кількості вузлів в стохастичному графі великого розміру) на рівень ефективності колективної дії. Виявлено, що ефективність колективної дії залежить від розміру групи нелінійно.

Проаналізовано взаємозв'язок між структурою стохастичних графів великого розміру та результуючою поведінкою агентів [12,13]. Встановлено, що наявність двох видів агентів, які мають асиметричні властивості, надає суттєву перевагу для всієї сукупності агентів в цілому внаслідок більш високого рівня адаптації стохастичних графів великого розміру до змін [14].

Незважаючи на досягнуті результати, проблема моделювання інтегральних характеристик стохастичного графа великого розміру все ще залишається не вирішеною та потребує проведення ряду експериментальних досліджень.

Висновки

Проведена робота дає змогу побудувати модель для розрахунку інтегральних характеристик стохастичного графа великого розміру. Розроблена математична модель дасть змогу до розподілу вузлів графа за кількістю їх зв'язків із іншими вузлами.

Отримано аналітичні формули для щільності ймовірності розподілу вузлів за кількістю зв'язків для випадку білого шуму та одного класу аналітичних залежностей для інтенсивностей створення та руйнування зв'язків у графі. Ці ймовірності можуть бути експериментально знайдені.

Отримані результати можуть бути застосовані для широкого кола телекомунікаційних мереж. Наприклад, для мережі мобільного зв'язку вузлами графа є соти, а зв'язками є зв'язки із абонентами. Стохастичність виникає внаслідок діяльності абонентів, яка виникає внаслідок їх не прогнозованого підключення до мережі, переміщення людей тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Губанов Г. А. Социальные сети: моделирование информационного влияния, управления и противоборства / Г. А. Губанов, Д. А. Новиков, А. Г. Чхартишвили. – М. : Физматлит, 2010. – 228 с.
2. Сетевая экспертиза / Под ред. Д. А. Новикова, А. Н. Райкова. – М. : Эгвес, 2011. – 166 с.
3. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами / Д. А. Новиков. – М. : Физматлит, 2007. – 584 с.
4. Easley D. Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World / D. Easley, J. Kleinberg. – Cambridge : Cambridge University Press, 2010. – 833 p.
5. Jackson M. O. Social and Economic Networks / M. O. Jackson. – Princeton : Princeton Univ. Press, 2010. – 520 p.
6. Яремчук Ю. Є. Метод розрахунку процесу дифузії інформації в соціально-економічних мережах / Ю. Є. Яремчук, А. А. Шиян, В. М. Заячковський // Вісник національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі. – 2014. – № 783. – С.497-504.
7. Шиян А. А. Про один клас мультиагентних мереж для оптимального управління організаційними структурами / А. А. Шиян // Проблеми інформатизації та управління. – 2013. – Вип. 4(44). – С.86-92.
8. Комп'ютерна програма «Знаходження рішень ігор в нормальній формі для різних концепцій розв'язку «Теоретик 1.0» («Теоретик 1.0»)) / І. В. Заступ, Л. О. Нікіфорова, А. А. Шиян // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 62387. – К. : Державна служба інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації : 05.11.2015.

9. Sigmund K. Social learning promotes institutions for governing the commons / K. Sigmund, H. De Silva, A. Traulsen, C. Hauert // Nature. – 2010. – V.466. – P.861–863.
10. Debarre F. Social evolution in structured populations / F. Debarre, C. Hauert, M. Doebeli // Nature Communications. 2014. – V.5, No.3409. – 7 p.
11. Yang W. Nonlinear effects of group size on collective action and resource outcomes / W. Yang, W. Liu, A. Vina, M. Tuanmu, G. He, T. Dietz, J. Liu // Proceedings of the National Academy of Sciences USA. – 2013. – V.110. – P.10916–10921.
12. Zhen W. Self-organization towards optimally interdependent networks by means of coevolution / W. Zhen, A. Szolnoki, M.Perc // New J. Phys. – 2014. – V. 16, No.033041. – 14 p.
13. Хорстхемке В. Индуцированные шумом переходы / В. Хорстхемке, Р. Лефевр. – М. :Мир, 1987. – 400 с.
14. Shiyan A. A. On the Problem of Elaboration of New Criteria for Control of Hierarchical SocioEconomic Systems A. A. Shiyan // Journal of Automation and Information Sciences. – 1998. – N 4-5. – P.216-225.

Заступ Ігор Валерійович – аспірант кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Шиян Анатолій Антонович** – канд. фіз.-мат. наук, професор кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Zastup Igor V. – PhD Student of Department of Management and Information Systems Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,

Supervisor: **Shiyan Anatoliy A.** – PhD, Professor of Department of Management and Information Systems Security, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.