

дискретизованих відліків. Практичне застосування розглянутих принципів формування та вимірювання аналогових сигналів немало залежить від наявності відповідних цифро-аналогових та аналого-цифрових перетворювачів в інтегральному виконанні, що можуть використовувати та реалізовувати рівномірне квантування сигналів.

1. Цветков Э.М. Процессорные измерительные средства. – Л., 1989. 2. Обозовський С.С. Вимірювальні сигнали та кола: Навч. посібник. – К., 1993. 3. Паньків Р.С. Використання адаптивної дискретизації при цифроаналоговому перетворенні сигналів // Вісник НУ "Львівська політехніка" № 463. – Львів, 2002. 4. Паньків Р.С., Хомич С.В. Дослідження впливу перехідних процесів на точність функціонування ЦАП // Вісник НУ "Львівська політехніка" № 385. – Львів, 2000. 5. А. С. № 1614102 (СССР). Цифровой генератор гармонических сигналов / Ванько В. М., Доронина О. М., Лавров Г. Н. – Оpub. в Б. И., 1990, № 12. [6] Ruslan Pankiv. Peculiarities of practical use of adaptive discretization of signals. // Proceedings of the 1-st International Conference "Advanced Computer Systems and Networks: Design and Application", – Ukraine, Lviv, 24-26 September, 2003.

УДК 681.3

Я.С. Парамуд, Р.Б. Іванців

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра електронних обчислювальних машин

АЛГОРИТМ МАРШРУТИЗАЦІЇ В БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ З КОМІРКОВОЮ ТОПОЛОГІЄЮ

© Парамуд Я.С., Іванців Р.Б., 2005

Розглянуто задачу маршрутизації трафіка в безпроводних коміркових радіомережах, особливості протоколів однорівневої та багаторівневої маршрутизації. Запропоновано вдосконалений алгоритм на основі застосування елементів ієрархічної маршрутизації та зведення структури зв'язків до деревоподібного представлення, який розширює функціональні можливості мережі.

The article depicts the problem of routing in wireless mesh networks and analyzes the characteristics of existing routing protocols, both flat and multilevel. Author offers the improvement in routing algorithm by using the elements of hierarchical routing and presenting the network with a tree-like structure, which significantly extends the possibilities of wireless network.

Вступ. Сучасні безпроводні мережі проектувалися здебільшого для того, щоб замінити дорогу кабельну інфраструктуру, позбавивши будинки та офіси від багатьох провідникових з'єднань. Під час практичного застосування виявилось, що безпроводні з'єднання мають низку додаткових особливостей, які дають змогу застосовувати їх в якісно іншому плані.

Працівники фірми Intel та ряду інших компаній активно впроваджують технологію, яка дає змогу якісно підвищити швидкість та надійність безпроводних коміркових мереж (mesh networks), і вже сьогодні існують прототипи пристроїв, які працюють згідно з новою технологією. Суть полягає у тому, що кожний безпроводний пристрій не лише приймає і передає свій трафік, а також маршрутизує і пропускає через себе трафік інших пристроїв, що входять у мережу. Ця властивість робить коміркові мережі у чомусь подібними до глобальної мережі Інтернет.

Кожний вузол коміркової мережі спілкується лише з сусідніми вузлами, а не з віддаленою точкою доступу (access point), чи базовою станцією (base station), що дає змогу виконувати передачу

на значно нижчій потужності, економлячи частотний ресурс, та з вищою швидкістю, оскільки в безпроводних мережах швидкість обміну може бути значно більшою, ніж у провідникових лініях зв'язку. Надійність подібних мереж зростає, оскільки є можливість вибирати новий маршрут передавання даних у разі несправності одного з вузлів [1].

Огляд сучасних досліджень та виділення нерозв'язаних задач. Досліджень щодо побудови ефективних безпроводних мереж з комірковою топологією стосується багато робіт і вони є пріоритетною областю багатьох компаній світу [1–10]. На рис.1 зображено структуру зв'язків між елементами (вузлами) у типовій комірковій радіомережі. Переважно використовують два типи елементів. Елементи типу вузла 1 – це комп'ютери чи комп'ютерні системи із радіозасобами, типу вузла 2 – це ретранслятори радіосигналів.

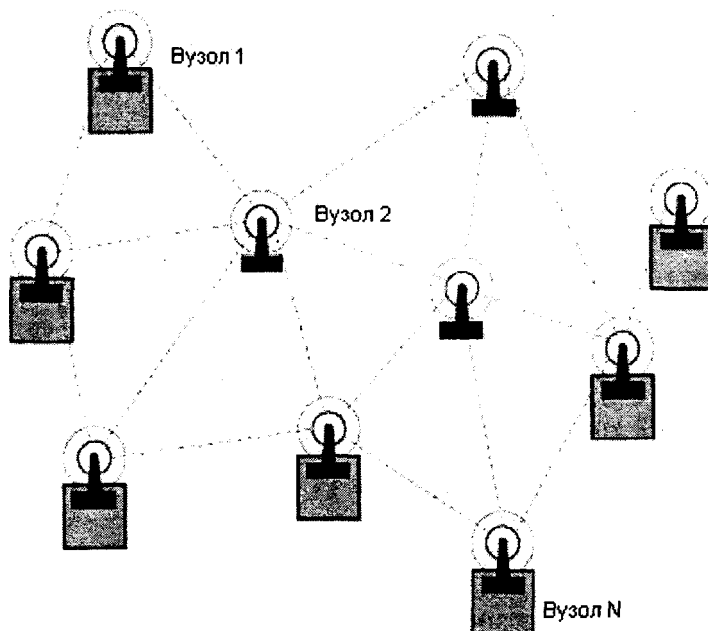


Рис. 1. Структура зв'язків типової коміркової мережі

Сьогодні виділяють щонайменше чотири перспективні галузі застосування коміркових технологій. Передовсім це внутрішньоофісні мережі – вони можуть використовуватись для швидкого збільшення зони покриття і балансування мережевого навантаження. Наступною областю застосування є доступ в Інтернет з використанням безпроводних інтернет-провайдерів (ISP). Тут користувачі, що розташовані поза зоною покриття основних передавачів, зможуть отримати доступ в мережу через пристрої інших користувачів. Технологія також може бути використана в промисловості для об'єднання різноманітних сенсорів та контролерів в єдину мережу. Однією із наймасовіших областей застосування коміркових технологій можуть стати домашні мережі. Здебільшого коміркові мережі обмежені до малих розмірів системою взаємодії між елементами. Відколи Агенція спеціальних досліджень в галузі оборони США (DARPA) розробила першу коміркову мережу для взаємодії між бойовими одиницями, обмеження були дуже значними. Коміркові мережі, побудовані за принципом точка–точка, не могли розгорнутись до радіуса більше ніж кількох сотень вузлів без серйозних обмежень, у швидкодії. Алгоритми маршрутизації постійно розвиваються, однак вважають [1], що нині ця задача повністю не розв'язана.

Постановка задачі. Розроблення алгоритмів маршрутизації є однією із задач, ефективне розв'язання якої істотно покращить якість функціонування безпроводних мереж з комірковою топологією. Алгоритми маршрутизації визначають максимальну кількість вузлів, які можуть входити до складу мережі. Постановку задачі щодо досліджень алгоритму маршрутизації можна сформулювати так: створити такий алгоритм, який забезпечив би найбільшу продуктивність при взаємодії між компонентами безпроводної мережі з комірковою топологією.

Основний матеріал. Особливості маршрутизації в коміркових мережах. Багато протоколів для маршрутизації базуються на однорівневій моделі, новому типу коміркових мереж, що дає змогу частково уникнути проблеми нарощування мережі. Серед них найпоширеніші протоколи AODV, DSDV та DSR [2, 3, 4]. Основною проблемою при однорівневій маршрутизації є те, що вимоги щодо швидкодії для управляючих сигналів росте швидше за розмір мережі. Ця проблема є прямим результатом того, як створюють і підтримують канали передачі даних.

У моделі з однорівневою маршрутизацією кожен вузол відіграє певну роль в утворенні з'єднання між двома вузлами в мережі. Наприклад, в мережах типу AODV, коли вузол X намагається з'єднатись з вузлом Y, повідомлення повинно бути передане усім вузлам в мережі. Коли з'єднання обривається, цей набір повідомлень (потік повідомлень) мусить бути переданий наново. У невеликих мережах це не створює відчутних проблем. Однак в більших мережах, зокрема з мобільними вузлами, цей потік швидко перевищує пропускну здатність мережі. AODV вважається реактивним протоколом, оскільки він намагається встановити шлях тільки тоді, коли це вимагається. В такій мережі передавальний вузол буде знати повний шлях між собою та кінцевим отримувачем [5,6].

DSDV також вважають протоколом однорівневої маршрутизації, і в багатьох аспектах він протилежний до AODV. Це проактивний протокол, який будує шляхи між вузлами перед тим, як вони будуть використовуватись. У такому разі передавач знає лише "найкращого сусіда" (next best step) і не володіє інформацією про подальший рух повідомлення [7]. Істотним недоліком DSDV є те, що він повинен пересилати повний список усіх вузлів-сусідів, про які йому відомо, кожному сусіду періодично через фіксовані інтервали часу. Якщо в мережі 10 вузлів, це невелика проблема. Але при великому розширенні мережі такі передачі можуть перевищити усю її пропускну здатність. Інші протоколи однорівневої маршрутизації – FSR, OLSR, OSPF та TBRPF – також орієнтуються на мережі невеликих розмірів [1].

Ієрархічний підхід до маршрутизації запропонований в таких протоколах, як ZPR, LANMAR та HSR[8,9]. Ці протоколи дають мережі змогу розширяться, поділяючи її на менші групи, які організовують застосуванням однорівневих протоколів. ZPR та LANMAR використовують два рівні ієрархії, тоді як HSR використовує стільки рівнів, скільки може знадобитись. Такий підхід дає змогу розширити мережу порівняно з однорівневою маршрутизацією, але вводить певні компроміси в систему. По-перше, оптимальні шляхи між вузлами, які належать до різних груп, фактично неможливі, оскільки шляхи між підгрупами проходять через один конкретний вузол і переважно не є оптимальними. Це створює надлишкові передачі та вносить додаткове навантаження в мережі з небагатьма вузлами. По-друге, адреса вузла визначає його положення в ієрархії. Якщо вузол змінює своє положення, переміщуючись з однієї групи до іншої, він стає недоступним. Комунікація може бути відновлена лише тоді, коли інформація про його нову адресу буде поширена до вузлів, які прагнуть з ним з'єднатись [10].

Ще одним підходом є маршрутизація з відомим географічним положенням вузлів (протоколи GeoCast, LAR, DREAM, GPSR). Повідомлення посилають лише тоді, коли відомо місцезнаходження вузла-передавача, місцезнаходження вузлів в зоні радіопокриття та місцезнаходження кінцевого вузла. Якщо ці умови підтверджуються, повідомлення посилається вузлу в зоні радіопокриття, що розміщений найближче до кінцевого вузла. Цей підхід додає декілька інших проблем. По-перше, якщо вузол змінює місцезнаходження, не повідомивши про це інші вузли, зв'язок буде обірвано. По-друге, якщо прямого шляху між передавачем і отримувачем не знайдено, буде застосовано однорівневий протокол маршрутизації з потоком контролюючих повідомлень. По-третє, як у більшості мереж, найкращий шлях не завжди є найкоротшим. Маршрутизація на базі географічного місцезнаходження базується на припущенні, що географічна близькість дорівнює мережевій близькості. Це рідко трапляється насправді і призводить до зменшення продуктивності мережі [11].

Розглянуті особливості маршрутизації в коміркових мережах вказують на те, що для їхнього розвитку потрібно вдосконалювати алгоритми маршрутизації. Спеціалізовані коміркові мережі

були б доволі ефективним вирішенням проблеми через їхню властивість самоорганізовуватись та самокоригуватись. Це приводить до різкого зменшення затрат на адміністрування мережі та збільшення продуктивності. Однак практичних реалізацій нині обмаль через складність нарощення мережі до 100 вузлів та більше. Деякі структури перевищили цей ліміт в кілька разів, але лише за рахунок компромісу з іншими перевагами мережі (наприклад, пропускнуою здатністю – bandwidth) [12, 13].

Удосконалений алгоритм маршрутизації. Прості мережеві архітектури, такі, як деревоподібна структура доменів Інтернет, мають перевагу структурної простоти. Логіка роботи такої мережі є простою і очевидною для розуміння та імплементації. Логіка коміркової мережі, навпаки, є непростою для розуміння з її багатьма зв'язками, змінною структурою та динамікою. Саме нездатність звести структуру коміркової мережі до простих форм породжує ті обмеження, які існують сьогодні в перших реалізаціях.

В статті пропонується удосконалення алгоритму маршрутизації DSDV, яке дає змогу динамічно побудувати ієрархічну структуру в коміркових мережах, і істотно розширити мережу, зберігаючи усі переваги коміркової топології. Вважають, що кожен вузол в мережі буде використовувати один і той самий алгоритм з єдиною відмінністю в об'ємі пам'яті, що використовується для маршрутизації, та типом з'єднань.

Алгоритм маршрутизації варто будувати з двох частин. Перша – це векторно-відстаневий протокол, подібний до DSDV, з однією відмінністю – він не потребує періодичних поновлень даних маршрутизації. Пропускна здатність для контролюючого трафіка обмежена 5–10 %, поновлення даних маршрутизації має пріоритет. Вузол Y поновлює дані про маршрут до вузла X, ґрунтуючись на тому, наскільки близько Y знаходиться від X.

Для формування ієрархії кожен вузол повинен визначити свого “батька” (вузол, що стоятиме на порядок вище в ієрархії). “Батьком” вибирають вузол, який найчастіше використовують як “кращий перший крок” (next best step) при передаванні даних до інших вузлів. Приклад графа коміркової мережі з хаотично розміщеними вузлами, де кожен вузол вибрав “батьківський”, наведено на рис.2. Ненаправлені зв'язки вказують на відсутність в них пріоритетності.

На рис.3 коміркова мережа приведена до деревоподібної форми, яка відрізняється від простої деревоподібної структури наявністю додаткових зв'язків між окремими листками. Ця ієрархія буде динамічно змінюватись, відображаючи динаміку мережевої топології.

Ієрархія формується зазвичай в центрі мережі біля найпотужніших вузлів з великою пропускнуою здатністю. Центр мережі та вузли з високою пропускнуою здатністю забезпечують найбільш прямий шлях до більшості інших вузлів.

Цей алгоритм робить ім'я вузла незалежним від його місцезнаходження в мережі. Кожен вузол використовує протокол швидкого поширення інформації про маршрут (High Speed Propagation Path – HSPP) для встановлення маршруту до вершини ієрархії [14]. Приклад знаходження маршруту від вузла X до вершини структури показано на рис.4.

Якщо вузол X намагається встановити з'єднання з вузлом Y, але немає “наступного кращого кроку” до нього, він може подати запит до вершини ієрархії з проханням надати маршрут до вузла Y. Оскільки вузол Y вже поширив інформацію про маршрут до вершини дерева (через HSPP), вузол X гарантовано знайде шлях до вузла Y. Це дає змогу встановити перше з'єднання між двома вузлами в мережі, не використовуючи потік контролюючих повідомлень (як в однорівневих системах маршрутизації).

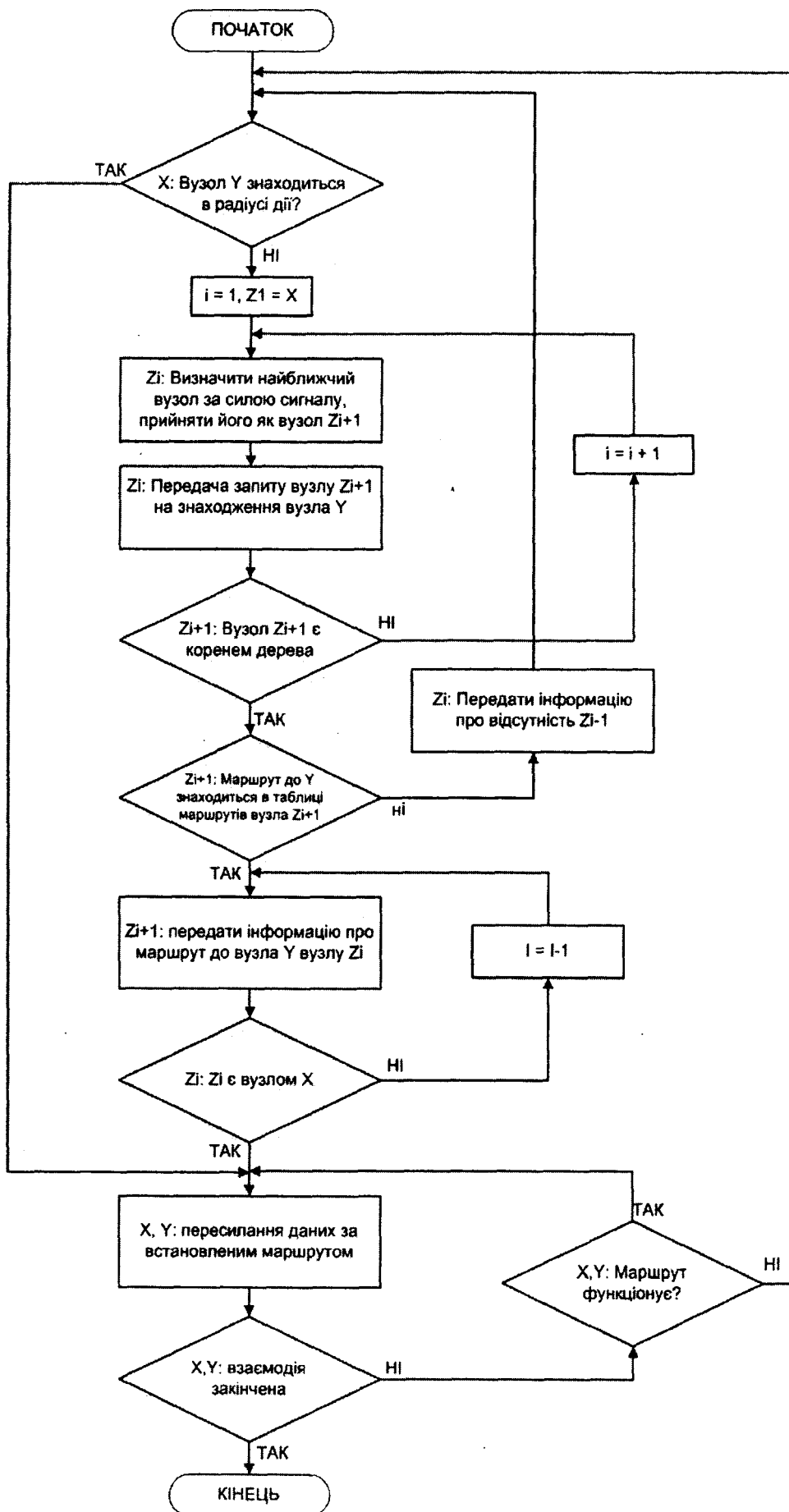


Рис. 5. Блок-схема алгоритму маршрутизації в безпроводних мережах

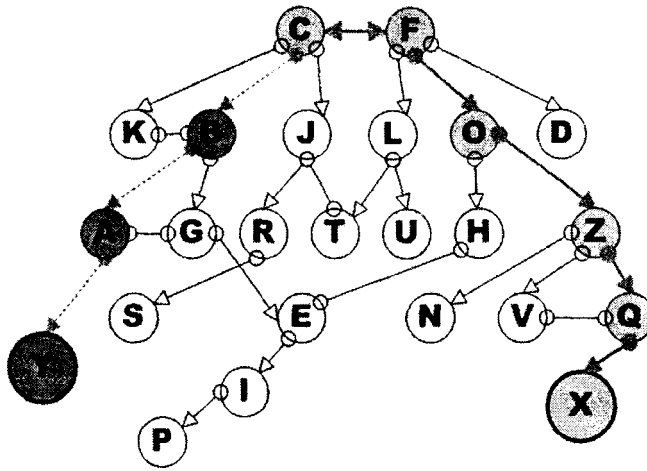


Рис. 6. Граф-схема встановлення маршруту між вузлами X та Y

Порівняння з відомим алгоритмом, наведеним на рис.6, забезпечує істотне зменшення кількості інформації, якою потрібно обмінюватись при встановленні маршруту, та відповідні часові затрати. Це забезпечує можливість збільшення загальної кількості елементів мережі. Однак ємність оперативної пам'яті кореневих вузлів дещо збільшується. Протокол HSPP та ієрархію маршрутів використовують лише для створення першого (неоптимального) з'єднання. Після того, як таке з'єднання було встановлено, використовують векторно-відстаневий протокол для оптимізації шляху передавання даних.

Висновки. Застосування запропонованого алгоритму маршрутизації для коміркових мереж розширює їхні функціональні можливості та має переваги над наявними, зокрема:

можливість будувати великі коміркові мережі; можливість інтегрувати провідні та безпроводні мережі;

повна самоконфігурація та самокоригування – коли вузли чи з'єднання видаляють або змінюють, мережа автоматично відновлює обірвані з'єднання та реконвергується;

підтримка різних за продуктивністю та ємністю пам'яті вузлів. Вузли з малою ємністю можуть з'єднуватись з іншими низькоємнісними вузлами на протилежному боці мережі, використовуючи мінімальний об'єм пам'яті для запам'ятовування шляхів;

два нові вузли, підключені до мережі, можуть швидко знайти один одного, не використовуючи великої кількості повідомлень; після встановлення з'єднання мережа автоматично виділяє найефективніший шлях між вузлами для передавання даних; низький рівень контролюючого трафіка.

1. Mesh Networks Inc. Mesh networks technology overview <http://www.meshnetworks.com>.
2. "Routing protocols for mobile ad hoc networks" presented in GERI Annual Research Symposium (GARS2005), June 2005, Liverpool, UK.
3. "Routing in mobile ad-hoc networks" first International Workshop on Wireless Communications in Underground and Confined Areas (IWWCUCA), June 6th and 7th, 2005, Val-d'Or, Quebec, Canada.
4. Scholten J. and Jansen P.G. and Hop L. "Routing in Wireless Multimedia Home Networks", Int. Conf. On Multimedia And Expo (ICME), vol. 3, published by IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, held in Taipei, Taiwan, Jun. , 2004, pp 1799-1802.
5. Chakeres I.D. and Belding-Royer E.M. AODV Routing Protocol Implementation Design. Proceedings of the International Workshop on Wireless Ad Hoc Networking (WWAN), Tokyo, Japan, March 2004.
6. Elizabeth M. Royer and Charles E. Perkins. "Transmission Range Effects on AODV Multicast Communication." To Appear in ACM Mobile Networks and Applications special issue on Multipoint Communication in Wireless Mobile Networks.
7. Perkins J., Bhagwat P. Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance Vector (DTDV) for Mobile Computers Proc. of the SIGCOMM 1994 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, Aug 1994, pp 234-244.
8. Pei G., Gerla M. and Hong X. "Lanmar: Landmark routing for large scale wireless ad hoc networks with group mobility"

in Workshop on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc), August 2000. (LANDAR) 9. A. O'Neill, H. Li "Host Specific Routing", Internet Draft, November 2000. 10. J. Broch, D. A. Maltz, and D. B. Johnson. Supporting hierarchy and heterogeneous interfaces in multi-hop wireless ad hoc networks. In Workshop on Mobile Computing at I-SPAN, 1999. 11. B. N. Karp, H. T. Kung GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks, Proceedings of the sixth annual ACM/IEEE International Conference on Mobile computing and networking (MobiCom '00), pp 243-254, August 2000. 12. G. Bianchi. Performance analysis of the IEEE 802.11 distributed coordinated function. IEEE JSAC, 18(3): pp 535-547, March 2000. 13. F. Cali, M. Conti, and E. Gregori. IEEE 802.11 wireless LAN capacity analysis and protocol Enhancement. In INFOCOM, 1998. 14. B. Awerbuch, D. Holmer, and H. Rubens. High throughput route selection in multi-rate ad hoc wireless networks. Technical report, Johns Hopkins University, 2003.

УДК 681.3

А.М. Пелещин, О.Л. Березко

Національний університет "Львівська політехніка"
кафедра інформаційних систем та мереж

ФОРМАЛЬНІ АСПЕКТИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ У WWW

© Пелещин А.М., Березко О.Л., 2005

Побудовано формалізовані моделі користувача WWW та Веб-особистості, які дають змогу підвищити ефективність спеціалізованих інтелектуальних пошукових засобів.

The formal models of the WWW user and Web personality which allow to increase efficiency of the specialized search means were built.

Вступ. Сьогодні обсяг даних, доступних в Інтернеті, має величезний розмір і існує тенденція до його стрімкого зростання. Здебільшого ці дані мають слабкоструктурований характер, що часто не дає змоги здійснювати ефективний пошук інформації у WWW наявними засобами (за допомогою пошукових систем: www.google.com, www.yahoo.com, www.alltheweb.com тощо). Такі обставини вимагають створення та вдосконалення спеціалізованих інтелектуальних пошукових засобів, зокрема для пошуку інформації про конкретних осіб [1, 2, 5, 7, 8].

Стан проблеми та способи її розв'язання. Проекцією конкретної особи на WWW є деяка множина інформаційних об'єктів, для якої було введено поняття "Веб-особистість" [3]. Веб-особистість – це множина даних, які стосуються конкретної особи і можуть належати до будь-якої категорії або до будь-якої комбінації категорій даних, доступних в мережі Інтернет:

- Web content (Веб-контент: тексти, зображення, аудіо- та відео-файли тощо);
- Web structure (Веб-структура: гіперпосилання, теги тощо);
- Web usage (дані про використання Інтернету: http logs, app server logs тощо) [3, 4, 8]

Користувачем WWW вважатимемо людей та програмних агентів, які розв'язують певні задачі, здійснюючи доступ до сайтів в мережі Інтернет.

Формально користувач описується таким відношенням:

(основні характеристики, цілі користувача, історія користувача)

де:

основні характеристики – базова інформація, що ідентифікує користувача;

цілі користувача – набір цілей, досягнення яких прагне користувач при роботі в WWW;

історія користувача – історія змістовних дій користувача в WWW.