

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕРЕЖІ ТА АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ

*В статті представлена архітектурна концепція IN (Intelligent Network), яка базується на розділенні функцій базової мережі та інтелектуальної надбудови. IN надають цілий спектр нових послуг, які мають нові властивості та їх гнучко можна впроваджувати в IN Невід'ємним атрибутом IN є мобільні інтелектуальні агенти. Агентно-орієнтовані технології забезпечують реалізацію послуг в IN та управління мережею й послугами.*

Вступ. Інтелектуальна мережа IN є сьогодні однією з визначальних концепцій розвитку сучасних телекомунікаційних мереж. Поняття "інтелектуальні мережі" виникло в зв'язку з потребами людства в "розумних" мережах, які могли б самі налаштовуватись до виконання запитів користувачів (абонентів мережі), тобто виконувати різні інтелектуальні операції по збереженню, обробленню, передаванню, систематизації інформації. Інтерес до IN не є випадковим і він ґрунтується не тільки на можливості отримання інтелектуальних послуг, а й на перевагах, які отримують адміністратори мереж та абоненти. Ці послуги називаються послугами додаткових прибутків (value added services) і отримують їх при реалізації додаткових сервісів та при реалізації постачальниками комутаційного і програмного забезпечення. Основна мета IN — швидке, ефективне й економічне забезпечення послуг для користувачів.

Стандарти ІТУ-Т для IN вперше визначили фундаментальний принцип розділення функцій надання послуг і керування від базової платформи мережі зв'язку. Глобальні зміни на ринку послуг телекомунікацій, в основі яких — швидкий розвиток мережі Internet і її використання як середовища для створення і надання нових видів послуг, а також поява на ринку нових послуг зв'язку (постачальники змісту послуг, брокери, ритейлери та ін.) привели до створення архітектур, які закріпили концепцію розділу функцій керування логікою послуги від інших функцій мережі [1]. Проектування послуг перейшло в сферу створення програмного забезпечення. Останні досягнення в галузі програмних технологій такі, як OMG CORBA [2] і MS DCOM [3], нові

методи проектування програмного забезпечення для бізнес-додатків [4, 5] засвідчили, що найбільше вдалим рішенням є агентно-орієнтовані рішення, тобто ті, які ґрунтуються на використанні інтелектуальних програмних агентів.

Концепція побудови IN представлена в рекомендаціях ІТУ-Т серій Q.1200-Q.1600, на базі яких іде розробка довготривалої архітектури IN (Long Term IN Architecture). В основі цієї архітектури лежить визначення наборів можливостей CS (Capability Sets), які описують конкретні аспекти цільової архітектури IN. Набір CS1 включає 25 видів послуг, які повинні підтримуватись IN мережами. Специфікуючи черговий CS, передбачається зворотний зв'язок з попередніми етапами в процесі еволюції IN. Набори CS2 і CS3 перебувають у процесі стандартизації. В сучасних мережах архітектура послуг має забезпечити уніфікований механізм надання послуг незалежно від базової мережі передачі даних і орієнтуватися на послуги, в основі яких лежить передача потоків інформації мультимедіа (наприклад, телебачення, відео по запиті, відеоконференція тощо) з гарантованим рівнем якості обслуговування QoS.

Інтелектуальна мережа — це вид глобальної мережі, яка включає програмні агенти для створення і надання послуг зв'язку, для якої є характерним: 1) широке використання різних методів оброблення інформації; 2) ефективне використання ресурсів мережі; 3) модульність функцій мережі; 4) інтегровані можливості розроблення і впровадження послуг засобами модульних і багатоцільових мережних функцій; 5) гнучке розподілення мережних функцій по фізичних елементах мережі; 6) можливість переміщення ме-

режних функцій із одного фізичного елемента мережі в інший; 7) стандартизована взаємодія мережних функцій через незалежні від послуг мережні інтерфейси; 8) можливість керування деякими атрибутами послуг зі сторони абонентів і користувачів; 9) стандартизоване керування логікою послуг.

Грунтовними вимогами до архітектури ІN є розділ між функціями надання послуг та функціями комутації і розподіл їх по різних функціональних підсистемах (рис. 1).

Функції керування, створення та впровадження послуг взаємодіють між собою через прикладний інтерфейс API (Application Programm Interface), стандартизація якого ще не завершена. Взаємодія між функціями комутації та керування послугами відбувається через прикладний протокол інтелектуальної мережі ШАР (IN Application Protocol), стандартизованого ІTU-T в рекомендації Q. 1205, і стандартизованих інтерфейсів, які звільняють операторів мереж від постачальників комутаційного обладнання. Стандартизовані інтерфейси ІN роблять телекомунікаційну мережу відкритою для впровадження нових послуг в інтелектуальній надбудові і змін у базовій мережі.

Платформні реалізації ІN-мережі. ІN будується на базі будь-якої комутаційної мережі: те-

лефонної мережі загального користування PSTN (Public Switched Telephone Network); мережі передачі даних з комутацією пакетів DPSN (Data Packet Switched Network); мобільних мереж зв'язку з рухомими системами PLMN (Public Land Mobile Network); цифрових мереж з інтеграцією послуг ISDN (Integrated Services Digital Network); приватних мереж (private network); широкосмугових мереж з асинхронним і синхронним режимом передачі АТМ (Asynchronous Transfer Mode) й STM (Synchronous Transfer Mode).

В Україні найпоширенішими мережами є TCP/IP, X.25, FrameRelay, які використовують кабелі телефонних мереж загального користування, та перспективні опто-волоконні лінії зв'язку, в тому числі і міжнародні магістралі (ITUR, TEL, BSPOSC, TAE). Національні телекомунікаційні мережі повною мірою мають необхідний потенціал для створення на їх платформі нових інтелектуальних мереж.

**Агентно-орієнтовані технології в інтелектуальних мережах.** Вадою сучасних ІN в аспекті забезпечення послуг є те, що на даний час у них розвинуті переважно послуги телефонії. Сьогодні додатки і послуги по телекомунікаціях дедалі більше переносяться на телематичні послуги, які вимагають доступу до глобальної інформації, реалізації інтегрованого пошуку та обробки даних. Для розв'язання цієї проблеми використовується підхід, який базується на агентних технологіях і сприяє збільшенню функціональних можливостей сучасних ІN систем.

Агентно-орієнтована технологія (АОТ) для реалізації послуг ІN використовує інтелектуальні програми — агенти. Агент — це будь-що, що сприймає середовище через сенсори і діє в ньому через ефектори. Людина як агент має очі, вуха та інші органи як сенсори, а також руки, ноги, рот та інші частини тіла як ефектори. Програмний агент має закодовані ряди даних, за допомогою яких він сприймає і діє. Агент — це обчислювальний процес, який характеризується властивостями інтелектуальності, автономності, кооперації, мобільності та поєднує роботу різних програм-додатків. Таким чином, при проектуванні агента із штучним інтелектом він забез-

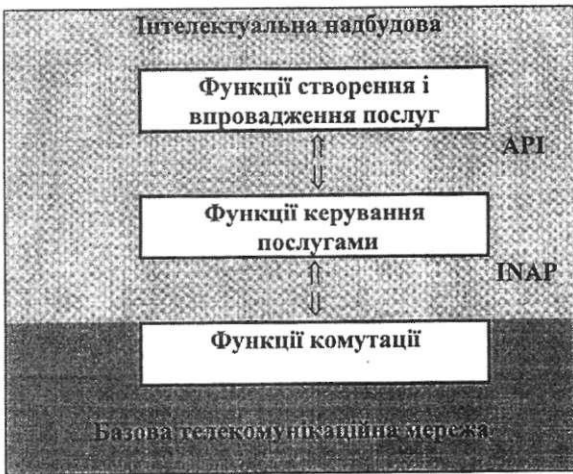


Рис. 1. Узагальнена схема функціональної архітектури ІN

**function** Skeleton Agent (*percent*) returns action — каркас агента (сприйнято)  
**static:** memory, the agent's memory of the world — пам'ять агента про середовище  
**memory** — Update-Memory (memory, percept) — оновити пам'ять (пам'ять сприйняття)  
**action** — Update-Best-Action — обрати кращу дію  
**memory** — Update-Memory — оновити пам'ять (пам'ять, дія)  
**return** action — дія

Рис. 2. Структура агента.

При кожному зверненні пам'ять агента модифікується для того, щоб відобразити нове сприйняття, обирається відповідна дія, а факт її здійснення також вноситься до пам'яті. Агент переходить до наступного завдання (рис. 3)

печується певним набором початкових знань разом із здатністю навчатися. Можна описати будь-якого окремого агента, склавши таблицю дій, які він виконує. Такий список називається планом дій за обставинами. Поведінка агента базується і на його власному досвіді та внутрішніх знаннях, якими його наділено при створенні та налаштуванні на певні умови роботи.

Інфраструктура середовища, в якому агент може функціонувати, називається платформою агента. Агент має узагальнену архітектуру, яка містить у собі головні компоненти агента: забезпечення по самоуправлінню (Agent Platform Management Services); комплекс цілей; сховище даних; каталог агента (Agent Directory Services); компонента з безпеки і компонента для взаємодії з іншими агентами, ресурсами системи та користувачами (Agent Message Transport Services).

Агенти реєструються на власній платформі для взаємодії з іншими агентами на цій самій платформі або агентами на інших платформах [7, 8]. Агент може реалізуватись різними способами: як Java-компонент, СОМ-об'єкт, самовбудована 8Р-програма, ТСЪ-скрипт. В обчислювальному середовищі кожний агент має свій життєвий цикл та власне ім'я. Через доменні імена агентів виконується їхнє адміністрування. Позначення імені агента забезпечує спосіб ідентифікації агента серед груп інших. Структура програми-агента наведена на рис. 2. Кожен агент використовує деякі внутрішні структури даних, які поновлюються щоразу, як надходять результати сприйняття середовища. Ці структури даних і використовуються процедурами прийняття рішень, які обиратимуть дію, що передаватиметься архітектурі для виконання. Є дві речі, які слід зазначити в цій структурі: перша — коли ми визначили план агента як функцію від послідов-

ностей сприйняття до дій, програма-агент отримує одночасно результати лише одного спостереження, друга — справа агента нагромадити послідовність сприйняття у своїй пам'яті, якщо в цьому є потреба.

Розробка програм-агентів потребує застосування стандартизованих профілів агентів та методології розробки програм агентів для кожного з конкретних застосувань. Активну діяльність по стандартизації агентів ведуть комітети: FIPA, Agent Society, OMG, W3C, Agent X, Knowledge Sharing Effort. Профіль платформи агента є кортеж пари {пароль, значення}, що описує послуги та властивості платформи. Онтологія управління агента визначає словник та семантику опису спроможності платформи агента. Атрибути агента включають назву платформи агента, адресу, призначення послуг управління агента (Agent Platform Management Services), інформацію про рівні підтримки в мережі, ступінь пріоритетів сервісів та їхньої придатності. Нижче представлена класифікація мов, які найбільше використовуються в технології інтелектуальних агентів: 1) універсальні мови програмування (Java); 2) мови, "орієнтовані на знання": мови представлення знань (KIF); мови переговорів та обміну знаннями (KQML, AgentSpeak, April); мови специфікацій агентів; 3) спеціалізовані мови програмування агентів (TeleScript); 4) мови сценаріїв і scripting languages (Tcl/Tk); 5) символічні мови та мови логічного програмування (Oz). За класами складності сервісних клієнтів мережі можна виділити такі класи агентів: простий, клієнт-серверний та мультимедійний. Деякі з цих агентів вже є у продажу: SurfBot від фірми Surflogic LLC і WebCompass від Quarterdeck Corporation. Surfbot і WebCompass пропонують клієнтам шанс використати свої пошукові аген-

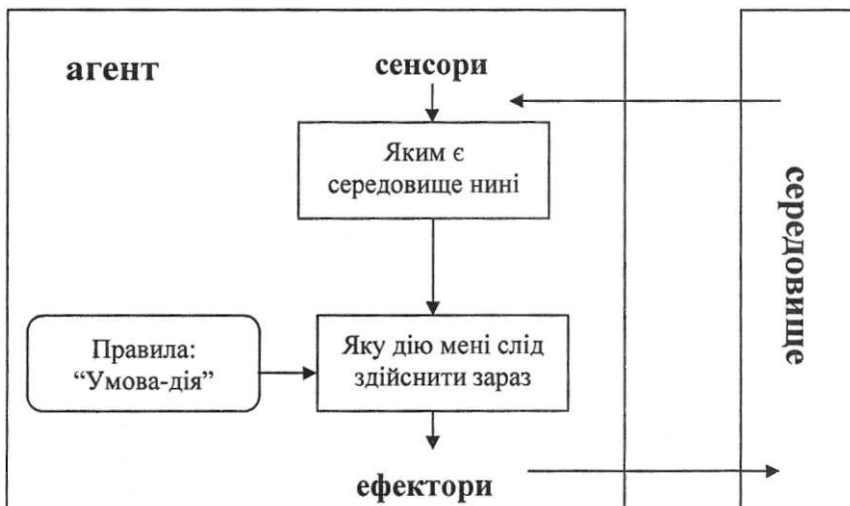


Рис. 3. Схематична діаграма простого рефлексивного агента

ти, видозмінювати їхні критерії пошуку, а також скласти перспективний план їхніх дій. Кількість агентів для моніторингу різних додатків постійно зростає і тепер, наприклад, вже існують агенти для найпоширеніших операційних систем і баз даних: 1) Агент системи Windows NT; 2) Агент системи Unix; 3) Агент бази даних Oracle; 4) Агент бази даних Sybase; 5) Агент бази даних SQL Server; 6) Агент бази даних CA-OpenIngres.

АОТ — це інтегрована технологія, яка використовує різні джерела і концепції (рис. 4). За своїм характером АОТ є новою парадигмою програмування, яка розширює об'єктно-орієнтоване програмування, і яке в свою чергу розвинулось від структурованого програмування.

Таким чином, з певною долею умовності, дослідження на терені АОТ розділяються на такі основні напрямки: *теорія агентів*, у якій досліджуються формалізми та математичні методи для опису висловлювань про агенти і для відображення бажаних властивостей агентів; *методи кооперації агентів* (організації кооперативної поведінки) в процесі спільного вирішення задач або за яких-небудь інших варіантів взаємодії; *архітектура агентів і мультиагентних систем* — це галузь досліджень, у якій вивчається, як можна побудувати комп'ютерну систему, яка задовольняла б тим чи іншим властивостям, які висвітлені засобами теорії агентів; *мови програмування агентів*; *методи, мови та засоби комуніка-*

*ції агентів*; *методи і програмні засоби підтримки мобільності агентів* (міграції агентів по мережі). Особливе місце займають дослідження, пов'язані з розробкою *додатків мультиагентних систем* та інструментальних засобів підтримки технології їх розробки, а також проблеми, пов'язані з аутентифікацією (авторизацією) агентів, забезпеченням безпеки та низка інших.

Висновки. З розвитком телекомунікаційних мереж з'являються нові перспективи для ІН. На перший план виступає задача розроблення інтерфейсу ІНАР між базовою мережею та надбудовою. Розподілений інтелект всіх фізичних і логічних компонент мережі ІН робить її гнучкою, продуктивною. Підхід використання АОТ в ІН має багато переваг: можливість викликів і використання багатьох віддалених послуг через одне з'єднання; постійні агенти провайдера сервісу можуть співпрацювати динамічно, в залежності від вимог користувача; АОТ розв'язує протиріччя гетерогенних технологій мережі, наприклад, ISDN і GSM, використовуючи TCP/IP. Таким чином, АОТ робить прозорим різноманітність, але дозволяє користувачеві скористатися перевагами спеціальних характеристик кожної технології мережі.

Прибуток від впровадження послуг ІН виросте у багато разів у розвинутих країнах світу до 2002 року, в Європі обсяг цього ринку складе в 2004 році 45 млрд дол., нині він — 4 млрд дол.

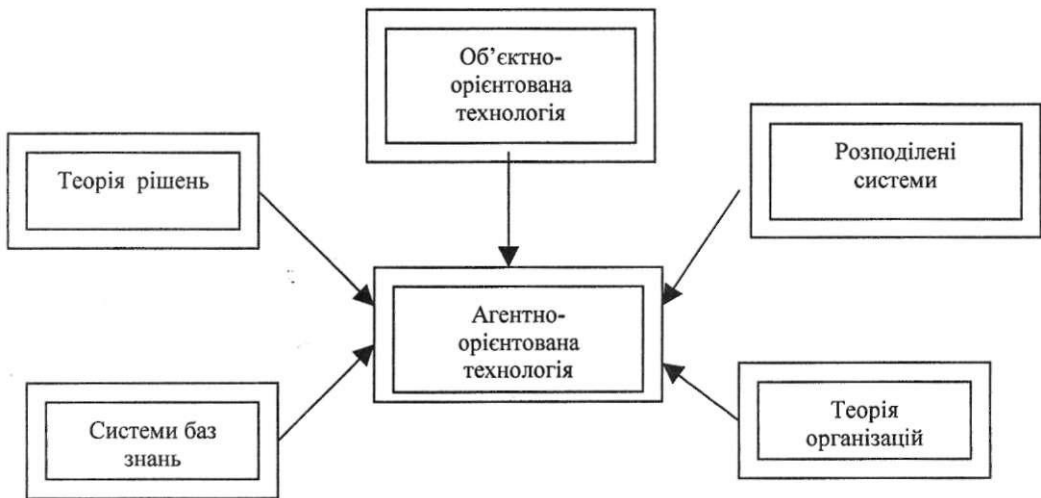


Рис. 4. Галузі, які впливають на розвиток АОТ

1. ITU-T Recommendation 1.312/Q. 1201 Principles of intelligent network architecture, Geneva, 1996.
2. *Mowbray T., Zahavi R.* The Essential CORBA: Systems Integration Using Distributed Objects // Wiley, 1995.
3. LQGHO K\_ Distributed Component Object Model Protocol (DCOM/1.0), Internet-Draft, Microsoft Corporation, 1998.
4. *Booch G.* Object-oriented Analysis and Design with Applications // Benjamin/Cummings, 1994.
5. *Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J.* The Unified Software Development Process // Addison-Wesley, October 1998.
6. *T. Magedanz, R. Popescu-Zeletin.* Intelligent Networks. International Thompson Computer Press.— 1966.— 312 p.
7. *J. Harju, T. Karttunen and O. Martikainen.* Intelligent Networks. Chapman & Hall.—1994.— 302 p.
8. *Russel Stuart J.* Artificial Intelligence: A modern approach. Prentice Hall, Upper saddle River, New Jersey, 1998.—715 p.

*Gladun A. Ja.*

## INTELLECTUAL NETWORKS AND AGENT-ORIENTED TECHNOLOGIES

The paper deals with the architectural concept of IN and intelligent platform of IN develop independently of network management capabilities. IN aims to ease the introduction of new services based on greater flexibility and new capabilities. The integral attribute IN is the mobile intellectual agents. The agent-oriented technology provides realization of numerous services in IN and management of a base telecommunication network.