

3. Подання нечіткої інформації у неоднорідній базі даних є досить складним і заслуговує подальших досліджень.

4. Для спрощення опрацювання даних у базі даних доцільно подавати нечіткі величини за допомогою чітких значень (наприклад для подання інтервалу використати два атрибути – початкове та кінцеве значення відповідно).

1. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. – М.: Финансы и статистика, 2000. – С. 151 – 171
2. Бурков В. Н., Новиков Д. А. Как управлять проектами. – М.: Финансы и статистика, 2000
3. Вервега Т. В., Кицмей Т. В. Застосування класів еквівалентності для моделювання нечіткостей в реляційних базах даних. – Львів: “Інформаційні системи та мережі”, 1997. – № 315. – С. 29 – 42
4. Дюбуа А., Прад А. Теория вероятностей. Приложение к представлению знаний в информатике. – М.: Радио и связь, 1990. – С. 42 – 70
5. Корберг К. Бизнес-анализ с помощью Excel. – К.: Діалектика, 1997. – С. 281 – 299
6. Пасичник В.В., Тавнаш Ю. А. Методические указания по изучению отдельных глав курса “Базы и банки данных” по теме “К-значная логика”. – Львов: ЛПИ, 1991
7. Пасичник В.В., Малюта Т. А. Методические указания по изучению отдельных глав курса “Базы и банки данны”. – Львов: ЛПИ, 1990. – С. 23 – 40
8. Черноуцкий И. Г., Смолко Д. С. Система поддержки принятия решения с нечеткой базой данных для портфеля ценных бумаг. СПб, 1999, <http://inftech.webservis.ru/it/conference/scm/1999/session11/smolko.html>
9. Абдулин А., Козленко Л. Образцы проектирования баз данных. Представление отсутствующей информации. 2000, <http://akzhan.midi.ru/devcorner/articles/DDP-Representation-of-an-absent-information-rus.html#Note1>
10. Panti, G. (1998): Multi-valued logics, in: D. Gabbay, P. Smets (eds.) Handbook of Defeasible Reasoning and Uncertainty Management Systems. vol. 1: P. Smets (ed.) Quantified Representation of Uncertainty and Imprecision. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 25-74 .
11. Stanford Encyclopedia of Philosophy, <http://plato.stanford.edu/entries/logic-manyvalued/>

УДК 681.3.06

Щербина М.Ю.

Державний науково-дослідний інститут інформаційної інфраструктури, м. Львів

АДАПТАЦІЯ МЕТОДОЛОГІЇ RMM РОЗРОБКИ СИСТЕМ ГІПЕРМЕДІА ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ W@P-СИСТЕМ

© Щербина М.Ю., 2001

Problem of wireless Internet information systems design is considered. W@P standards including latest XHTML Basic recommendation are covered. ER-based Relationship Management Methodology (RMM) with some author's changes is reapplied for development of such systems. Benefits of proposed approach are shown.

Описані проблеми передавання інформації у Internet-системах. Пропонується застосувати Методологію управління зв'язками, яка базована на діаграмах сутність-зв'язок і дещо модифікована авторами.

Сучасний світ важко уявити без World Wide Web. Більшість користувачів, які не є професіоналами у галузі телекомунікацій, навіть ототожнюють WWW та Інтернет. Цей революційний поштовх у розвитку Інтернет був викликаний впровадженням у 1994 році сімейства стандартів (протокол HTTP, мова HTML тощо) та появою Web-броузерів, які можна розглядати як універсальне клієнтське програмне забезпечення, що однаково працює на довільній апаратно-програмній платформі.

Сьогодні ми переживаємо другу хвилю розвитку Інтернет, яку можна назвати бездротовим доступом до Інтернету. Якщо донині в якості Web-клієнта виступав персональний комп'ютер, то тепер з цією метою можуть використовуватись різноманітні компактні пристрої, такі як мобільний телефон або персональний цифровий асистент (PDA). Автор має на увазі не підімкнення звичайного комп'ютера типу "notebook" до мобільного телефону за допомогою спеціалізованого модему (так званий мобільний офіс), а інкапсуляцію Web-клієнта у мобільний телефон (тобто W@P- доступ до Інтернет).

Для впровадження стандартів, пов'язаних із W@P, створена організація W@P-Forum [1]. Ініціаторами цього процесу є провідні корпорації-виробники мобільних телефонів – Ericsson [2], Motorola [3], Nokia [4], а також фірма OpenWave Systems Inc. (яка раніше називалася Unwired Planet і Phone.com) [5]. Остання є піонером в даній галузі завдяки створенню власної мови HDML (Handheld Device Markup Language) задовго до впровадження W@P-стандартів, а також розробником мікроброузера, який використовується практично у всіх моделях телефонів, крім Nokia.

Мобільний телефон з W@P не дає змогу переглядати звичайні Web-вузли, розроблені з використанням мови HTML. Проте можна створювати W@P-сервіси, що виконуються на звичайному Web-сервері. На рис. 1 зображена схема взаємодії W@P-клієнта з Web-сервером.

У бездротових мережах використовується спеціальний набір протоколів усіх рівнів еталонної моделі OSI, який відмінний від протоколів Інтернет (TCP/IP, HTTP тощо). Наприклад, протоколу Інтернет UDP (User Datagram Protocol) у бездротових мережах відповідає протокол WDP (Wireless Datagram Protocol).

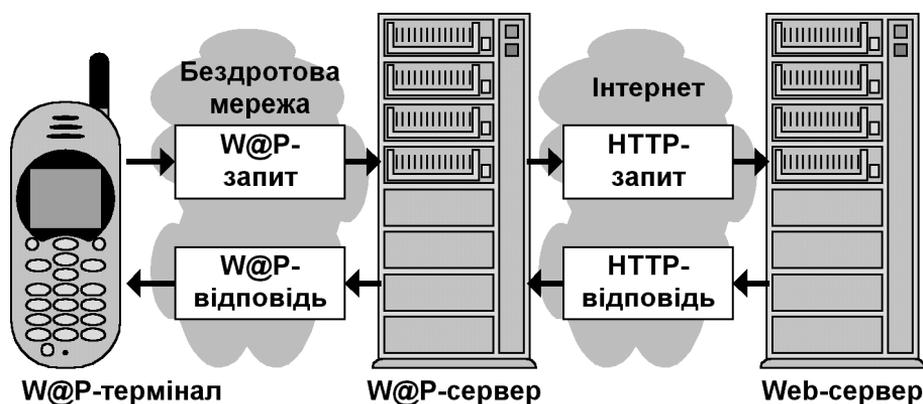


Рис. 1. Схема взаємодії W@P-клієнта з Web-сервером

Тому взаємодія W@P-клієнта з Web-сервером дещо відрізняється від традиційної схеми. W@P-термінал ініціює запит до W@P-сервера (який часто називають W@P-шлюзом), і цей запит передається по бездротовій мережі відповідно до W@P-протоколів. W@P-сервер поєднує між собою бездротову мережу та Інтернет і трансформує запит клієнта у традиційний HTTP-запит, який, у свою чергу, передається на Web-сервер. Останній генерує відповідь у вигляді статичної інформації з файла або динамічної з CGI-програми, причому мовою WML (Wireless Markup Language) [6], яка є аналогом мови HTML (HyperText Markup Language) [7]. Мова WML, яка побудована на основі XML, також є одним з W@P-стандартів. Для графічних зображень також є спеціальний формат WBMP (Wireless BitMaP), який дає змогу репрезентувати лише монохромні зображення розміром до 255×255 пікселів.

Відповідь від Web-сервера повертається на W@P-сервер, який ініціював запит. При цьому текст мовою WML кодується у двійковий формат відповідно до [8]. Після конвертації відповідь потрапляє до W@P-клієнта. Для складнішої обробки інформації клієнтом використовується мова WMLScript [9], побудована на основі ECMAScript [10]. Програми на WMLScript зберігаються у вигляді окремих файлів і також трансформуються у байт-код [9].

Для переважної більшості існуючих W@P-клієнтів, на відміну від Web-браузерів, характерними є такі особливості:

- невеликий розмір екрана (наприклад, 12×4 символів або 96×44 пікселів);
- відображення лише монохромного тексту та графіки;
- обмежені можливості введення інформації користувачем;
- малі обсяги пам'яті та потужність процесора;
- невелика (порівняно з традиційним Інтернет) швидкість передачі даних.

Якщо користування Web-браузером можна назвати подорожуванням у інформаційному просторі, то робота з W@P-терміналом здійснюється транзакціями. Це зумовлено тим, що головною функцією телефону все ж таки є голосовий зв'язок, і, можливо, дещо вищими цінами за мобільний Інтернет. Тому важливо розділити класи інформаційних систем, призначених для Web та W@P, відповідно. Задача швидкого створення якісних W@P-сервісів набуває все більшої актуальності. Цей процес вже розпочався, що можна проілюструвати такими цифрами на початок 2001 року: 10 000 W@P-вузлів у 95 країнах світу (Cellmania.com), 7,8 мільйона W@P-сторінок (Pinpoint Networks), 50 мільйонів W@P-телефонів у всесвітньому обігу (International Data Corp.) [11]. Переважно всі нові мобільні телефони, зокрема із найдешевшими моделями, сьогодні мають W@P-доступ.

Для того, щоб позитивні прогнози щодо майбутнього W@P справились, необхідно створити якнайбільшу кількість інформаційних систем, доступних з W@P-терміналів. Інструментами створення таких систем поки що є набори розробника (SDK), зокрема UP.SDK 4.1 фірми OpenWave та Nokia WAP Toolkit 2.0 фірми Nokia. Компонентами цих та подібних SDK є емулятори W@P-телефону та W@P-сервера, документація, текстові редактори з виділенням синтаксису WML та WMLScript, засоби для роботи з WBMP-зображеннями, корисні програмні бібліотеки. На жаль, набір вказаних компонент не є повним у кожному з вказаних SDK, а CASE-засоби взагалі відсутні.

Тому необхідно розв'язати дві задачі: *по-перше, створити систематичну методологію розробки W@P-систем, яка може бути впроваджена як CASE-засіб; по-друге, розробити технологію швидкої інтеграції W@P з існуючими інформаційними базами даних та Web-системами.*

На відміну від HTML, WML-документ складається з набору карт (card), і називається колодою (deck), за аналогією з колодою гральних карт. Колода WML-карт завантажується за одну транзакцію, з метою зменшення звертань до бездротової мережі. Корпорація OpenWave [5] також вводить поняття дайджесту (digest) як набору колод, які завантажуються в одному пакеті, що є нестандартним розширенням W@P, дійсним лише для W@P-серверів UP.Link. Для гіперпосилання на карту в межах колоди вживається синтаксис вигляду #card, аналогічний до посилання на ярік у мові HTML.

Автор пропонує розглядати інформаційну W@P-систему як систему гіпермедіа, хоча і з дуже обмеженими можливостями. Для розробки систем гіпермедіа існує ряд відомих методологій, зокрема OOHDM [12], RMM [13], Extended RMM [14]. Порівняльний аналіз вказаних методологій можна знайти в [15], тому лише коротко розглянемо концепцію RMM, яка побудована на поняттях сутностей (entity) та зв'язків (relationship). Модель сутність-зв'язок (ER-модель) традиційно використовується при розробці реляційних баз даних [16]. Вона дає змогу ефективно зобразити реальні об'єкти довільної предметної галузі та зв'язки між ними. Тому її можна успішно використати не лише для розробки баз даних, а й при створенні систем гіпермедіа (зокрема W@P-систем).

Основними стадіями розробки відповідно до RMM будуть ER-проекування (ER Design), секторний дизайн (Slice Design), навігаційний дизайн (Navigational Design), а також розробка та реалізація інтерфейсу користувача (User-Interface Design and Construction).

Термін "slice", який будемо перекладати як "сектор", використовується в RMM власне для вирішення проблеми представлення сутностей з великим набором атрибутів. Сектор репрезентує деяку групу атрибутів даної сутності, які будуть зображатись на екрані одночасно. Навігація між секторами забезпечується за допомогою одно- та двонапрямлених зв'язків. Ці зв'язки називають структурними, на відміну від асоціативних зв'язків, які присутні в ER-діаграмі. Після побудови секторних діаграм вони підставляються в ER-діаграму системи, що проектується. Отримана діаграма називається ER⁺.

Для навігації між різними сутностями в RMM використовуються три базові конструкції: індекси (indices), презентації (guided tours) та угруповання (groupings). Індекс відтворює перелік екземплярів даної сутності, до кожного з яких надається доступ. Презентація дає можливість пересуватись між блоками інформації за допомогою посилань на попередній та наступний екземпляр сутності. Наприкінці презентація може перекинути користувача як на головну сторінку, так і на перший елемент списку (циклічна презентація). Угруповання використовують для гіперпосилань поза логічними межами системи, наприклад, на інші W@P-вузли. На рис. 2. зображені основні графічні конструкції RMM.

Великою перевагою RMM, на відміну від багатьох інших методологій, є графічне представлення проекту. Діаграма проекту, завдяки своїй читабельності, дає змогу розробнику легко узгоджувати проект із замовником системи. Легкість інтеграції з реляційними базами даних природно впливає з моделі "сутність-зв'язок", яка покладена в основу RMM. При цьому остаточна генерація WML може здійснюватись як статично, так і динамічно, що абсолютно не впливає на розробку системи.

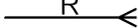
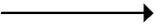
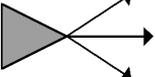
ER-примітиви	Сутність	
	Атрибут	
	Асоціативний зв'язок один-до-одного	
	Асоціативний зв'язок один-до-багатьох	
RMD-примітиви	Сектор	
Примітиви доступу	Однонаправлене посилання	
	Двонаправлене посилання	
	Угрупування	
	Умовний індекс	
	Умовна презентація	
	Умовна індексована презентація	

Рис. 2. Примітиви моделі даних управління зв'язками (RMDM)

Дану методологію ми будемо надалі ілюструвати на конкретному прикладі. Як приклад обрано абстрактний науковий журнал. Кожен випуск журналу має власну сторінку зі списком статей і авторів (зміст), разом з набором гіперпосилань, що надають загальну інформацію про журнал. Також є головна сторінка зі списком усіх випусків журналу, що на даний момент є на Web-вузлі. Для кожної статті є окрема сторінка з анотацією, ключовими словами та іменами авторів. Кожне ім'я автора містить гіперпосилання на сторінку про цю людину. Також є гіперпосилання на список ключових слів, який пов'язує кожне слово зі списком статей, у яких воно міститься. На всьому вузлі посилання на статті, авторів, випуски журналу тощо містять гіперзв'язки з відповідними сторінками.

Відповідно до RMM спочатку будемо ER-діаграму системи, яка зображена на рис. 3.

Далі здійснюється секторний дизайн, тобто для кожної сутності розробляється головний сектор, який містить основну інформацію, і, якщо є така потреба, інші сектори, що також містять інформацію з даної сутності. Між секторами зображаються структурні зв'язки.

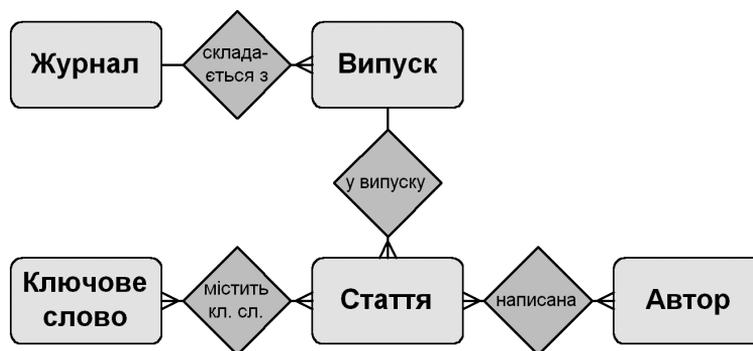


Рис. 3. ER-діаграма демонстраційної Web-системи

Наступним кроком є навігаційний дизайн, який здійснюється на основі ER-діаграми. Асоціативні зв'язки один до багатьох реалізуються базовими конструкціями: індексами, презентаціями або індексованими презентаціями. На рис. 4 наведена відповідна діаграма.

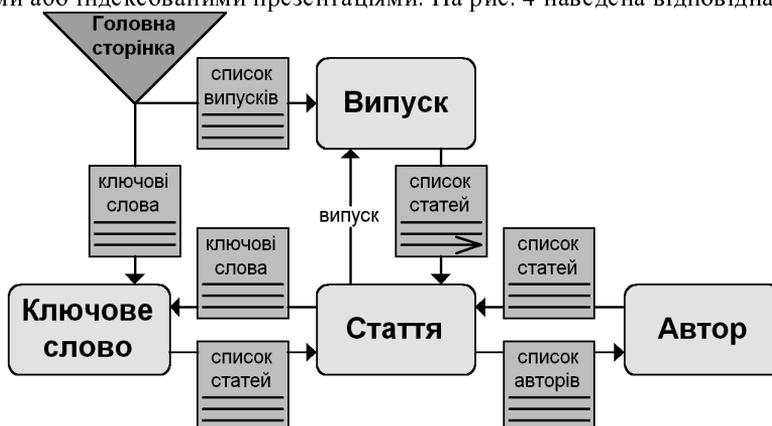


Рис. 4. RMM-діаграма демонстраційної Web-системи

У [14] і [15] вказані обмеження RMM, що роблять її малозастосовною для широкого класу інформаційних Web-систем. Але автор стверджує, що *недоліки для проектування Web-систем, які випливають з вказаних обмежень, обертаються у переваги при проектуванні інформаційних систем на платформі W@P*. Проілюструємо цю тезу на кожному з обмежень.

Бідний вміст секторів (обмеження 1). Для демонстрації вказаних обмежень розглянемо наш приклад з абстрактним науковим журналом. Нехай шукаємо статті з питань розробки Web-вузлів. З головної сторінки журналу попадаємо на список ключових слів і вибираємо "Розробка Web-вузлів", що відправляє нас на відповідну сторінку. В ідеалі кожне ключове слово має надавати список повних бібліографічних посилань на статті, що його містять. Замість цього, при "чистій" реалізації відповідно до RMM, користуючись діаграмою з рис. 4, отримуємо набір окремих сторінок, як це бачимо на рис. 5. Кожна з них є структурою доступу (угрупованням, індексом або презентацією), що містить інформацію про лише одну сутність. Немоżliвість поєднання, наприклад, назви статті та імен авторів у списку статей за ключовим словом значно ускладнює роботу.

Для W@P слід враховувати обмеження на розмір WML-коди, WML-карти та на розмір екрана W@P-терміналу. Враховуючи вказані обмеження, ідеальним варіантом є репрезентація сутності у вигляді WML-коди, причому головний сектор буде стартовою

картою, а решта карт колоди репрезентуватимуть інші сектори даної сутності. Між ними встановлюються структурні зв'язки, які природно вкладаються у концепцію W@P-інтерфейсу. Наприклад, зворотні гіперпосилання на головну сутність репрезентуються тегами <do type="prev">, а посилання з головного на інші сектори – тегами <do type="accept"> або <do type="options">.

Втрата контексту навігації (обмеження 2). У додаток до бідного вмісту секторів навігація може закінчитись втратою контексту. Наприклад, щоб побачити прізвища авторів статті, користувач має перейти за двома гіперпосиланнями, щоб досягнути потрібної сторінки, під час чого може забути, навіщо хотів отримати цю інформацію. Але для W@P при цьому користувач позбувається необхідності скролінгу (враховуючи невеликий розмір екрана), причому потрібна інформація знаходиться в тій самій WML-колоді, що зменшує звертання до мережі.

Розробка лише зверху-вниз (обмеження 3). Третім обмеженням RMM є її непридатність до розробки знизу-вверх. Оригінальна RMM не має примітивів моделювання, що дозволяли б будувати систему з невеликих компонент. Ми не можемо, наприклад, вирішити, яку інформацію включити до бібліографічного посилання без побудови повної RMM-діаграми. Незручність полягає у неможливості дизайну невеликих фрагментів до побудови повної структури. Але для W@P фаза реалізації інтерфейсу користувача може здійснюватись автоматично, оскільки за означенням агенти здійснюють власне форматування тексту та графіки відповідно до власних можливостей. Наприклад, браузер Nokia 7110 центрує всі графічні зображення, розташовує їх у окремому рядку, а текст завжди відображає вирівнюванням зліва. Браузер OpenWave теж має ряд обмежень щодо відображення WML-документів [17, 18].

Втрата загальної картини (обмеження 4). Разом з тим, при впровадженні розробки лише методом знизу-вверх, ми втрачаємо можливість репрезентації всієї системи однією діаграмою. Це є значною втратою, тому що повернемося назад до сторінково-орієнтованого дизайну. Вирішенням буде комбінований підхід, який надасть глобальне (зверху-вниз) бачення системи, що будується методом знизу-вверх.

Для W@P-систем, як вже зазначалось, фаза реалізації інтерфейсу користувача не є головною, а менша складність подібних інформаційних систем робить дизайн методом зверху-вниз цілком достатнім та ефективним. Головним завданням ми вважаємо швидке надання W@P-доступу до інформації, що вдало реалізується за методологією RMM.

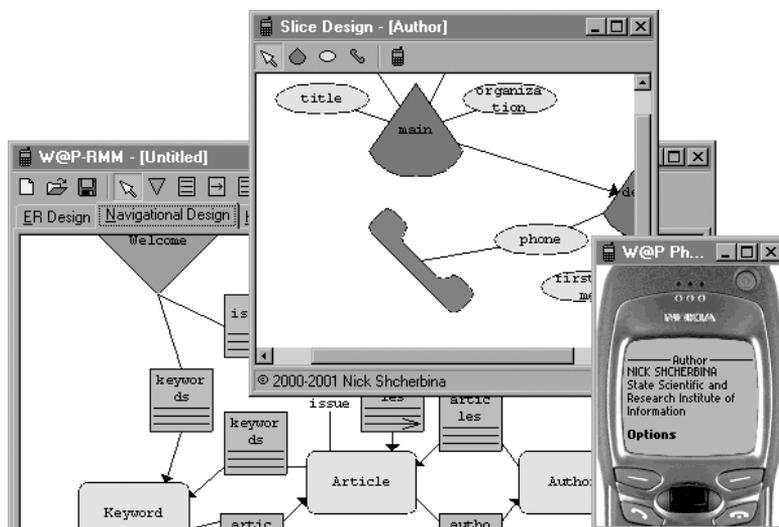


Рис. 5. Прототип CASE-системи W@P-RMM

Висновки. Отже, методологія RMM дає змогу швидко створювати W@P-інтерфейс до існуючих баз даних та інформаційних систем (завдяки ER-підходу), а також надає шлях ефективної розробки інформаційних систем на платформі W@P. Структури асоціативних зв'язків ефективно реалізуються засобами мови WML. Індеси реалізуються тегами `<select>`, а презентації – колодою WML-карт. Сектори окремої сутності також природно трансформуються у колоду WML-карт. Запропонована автором модифікація RMM для створення інформаційних W@P-систем відкидає останню фазу реалізації інтерфейсу користувача. Необхідно лише задати порядок відображення інформації для всіх секторів кожної сутності, а конкретний вигляд буде залежним від моделі W@P-терміналу. Автором розроблений прототип CASE-інструменту (рис. 5) для розробки інформаційних W@P-систем відповідно до модифікованої методології RMM.

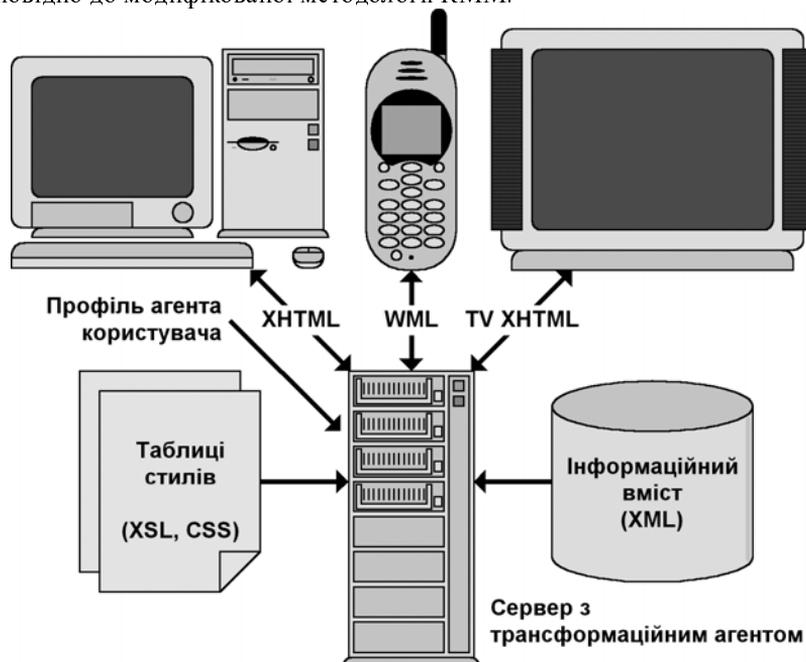


Рис. 6. Модель універсального доступу

Тепер розглянемо задачу створення універсальних інформаційних систем, доступ до яких може здійснюватись як за допомогою звичайних Web-клієнтів, так і з W@P-терміналів. Ця задача аналогічна створенню паралельних версій Web-вузлів, що вже розглядалось автором, зокрема в [19]. На відміну від методологічних аспектів, розглянутих вище, тут на перший план виходять засоби трансформації інформаційного вмісту для різних агентів користувача. Такими агентами можуть бути Web-броузери, мобільні телефони з W@P, Web-телевізори [20]. Вказані пристрої мають досить значні функціональні відмінності, тому інформацію необхідно трансформувати відповідно до можливостей клієнта, який її запитує.

Варіанти такої трансформації для різних типів Web-клієнтів (Microsoft Internet Explorer, Netscape Navigator) та для різномовних версій Web-вузлів розглядались у [19]. Вони також можуть бути застосовані для різних фізичних типів клієнтів. Цікавою є пропозиція консорціуму W3C [21], яка продовжує природний напрямок відокремлення інформаційного вмісту від його екранної репрезентації, розпочатий у стандарті HTML 4.0 введенням каскадних таблиць стилів (CSS) [7]. На рис. 6 наведено запропоновану модель універсального доступу.

Як мова розмітки гіпертексту пропонується XHTML [22], який є редукованим варіантом HTML 4.0 [7], переведеним у синтаксис XML. Базовий XHTML має підтримуватись усіма типами клієнтів, у тому числі W@P та Web TV. Різні фізичні типи агентів працюватимуть з відповідними розширеннями базового XHTML. Наприклад, W@P 2.0 міститиме розширення XHTML для бездротових пристроїв.

Функціональні можливості кожного клієнта закладатимуться в профіль агента користувача. Залежновід нього, спеціальний трансформаційний агент на сервері буде перетворювати інформаційний вміст (XML) у відповідне XHTML-розширення, з використанням таблиць стилів XSL та CSS.

Щойно розглянутими стандартами зумовлюється лише представлення інформаційного наповнення Web-вузла у вигляді XML-документів. Це робить перспективним застосування методологій проектування систем гіпермедіа, зокрема RMM та Extended RMM, проміжний результат яких (перед етапом розробки та реалізації інтерфейсу користувача) може бути вхідною інформацією для трансформаційного агента, та відкриває можливості для створення нового класу CASE-засобів проектування інформаційних систем на платформі Web.

1. <http://www.wapforum.org> 2. <http://www.ericsson.com> 3. <http://www.motorola.com> 4. <http://www.nokia.com> 5. <http://www.openwave.com> 6. *Wireless Application Protocol Wireless Markup Language Specification. Version 1.3.* <http://www.wapforum.org> 7. "HTML 4.0 Specification, W3C Recommendation 18-December-1997, REC-HTML40-971218", D. Raggett, et al., September 17, 1997. <http://www.w3.org/TR/REC-html40> 8. *WAP Binary XML Content Format. Version 1.3.* <http://www.wapforum.org> 9. *Wireless Application Protocol WMLScript Language Specification. Version 1.2.* <http://www.wapforum.org> 10. *Standard ECMA-262: "ECMAScript Language Specification", ECMA, June 1997.* 11. *Goldman S. The Future of WAP. M-Commerce World, London, February 2001.* <http://www.wapforum.org> 12. Schwabe D., Rossi G., Barbosa S. *Structured Web Site Design.* <http://www-di.inf.puc-rio.br/~schwabe/HT96/WWW-Workshop.html> 13. Isakowitz T., Stohr E. & Balasubramanian P. *RMM: A Methodology for the Design of Structured Hypermedia Applications. Communications of the ACM.* 38, 8 (1995), p. 34-41. 14. Isakowitz T., Kamis A., Koufaris M. *The Extended RMM Methodology for Web Publishing.* <http://rmm-java.stern.nyu.edu/rmm> 15. Щербина М.Ю. Деякі методології моделювання інформаційних систем для Internet/Intranet // Вісн. Національного університету "Львівська політехніка". – 2000. – №406. – С. 221 – 225. 16. Chen P. *Database Design Based on Entity and Relationship* // In S. Bing Yao, Editor, *Principles of Database Design, Volume 1: Logical Organizations, chapter 5*, p. 174-210. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632, USA, 1985. 17. *GSM Application Style Guide for markets with both Openwave™ and Nokia™ Model 7110™ and Model 6210/6250™ WAP™ browsers.* Openwave Systems Inc., February 2001. 18. *WAP Service Designer's Guide To Nokia Handsets.* Nokia Mobile Phones, June 2000. 19. Щербина М.Ю. Методи розробки паралельних версій Web-сторінок // Вісн. Львів. ун-ту. – 1999. – Сер. прикладна математика та інформатика. – Вип. 1. – С. 277 – 281. 20. Щербина М.Ю. Вимоги до CASE-систем проектування застосувань для Internet/Intranet, що взаємодіють із реляційними базами даних // Інформаційні технології і системи. – 1998. – №1/2. – С. 203 – 208. 21. *Interoperability & Compliance Testing. Whitepaper.* Phone.com, Inc., March 2000. <http://www.openwave.com> 22. *XHTML™ Basic. W3C Recommendation 19 Dec 2000.* <http://www.w3.org/TR/xhtml-basic>