

Mobile Spatial Information Service Based on Intelligent Map Agent

Zhanya XU, Xincan WU

Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei, China

Abstract: This paper analyzes the existing spatial structure of mobile information services and the current new characteristics of the service, proposes a new service model. The model adopts a unified deployment solution of spatial data. It extends the spatial data management and lightweight computing to the embedded computing devices, and enhanced the service flexibility and scalability. The design of mobile side achieves the integration of spatial data management, mobile computing and wireless communication, and it can meet the various needs of spatial information mobile services. The paper introduces the composition of the new model and the key contents, and pointing out that this model is the inevitable trend of spatial information mobile services.

Keywords: mobile agent; intelligent map agent; mobile spatial information service

基於智慧地圖代理的移動空間資訊服務

徐戰亞, 吳信才

中國地質大學 資訊工程學院, 湖北 武漢

摘要: 本文分析了現有移動空間資訊服務架構和目前新的服務特性, 提出了一種新的服務模型。該模型採用了統一的空間資料部署方案, 將空間資料管理和羽量級的資訊計算擴展到了嵌入式終端, 增強了服務的靈活性和擴展性。模型在移動端實現了空間資料管理、移動計算、無線通信等內容的集成, 能夠滿足移動空間資訊服務의各種需求。論文詳細介紹了這種新的服務模型的組成, 並對其關鍵內容設計進行了講解, 並指出了這種模型是移動空間資訊服務發展的必然趨勢。

關鍵字: 移動代理; 智慧地圖代理; 移動空間資訊服務

1. 前言

空間資訊服務是以 4A (anytime, anywhere, anybody, anything) 服務為目標[1], 結合空間信息技術、定位技術和互聯網技術, 針對目標物件所提供的與行業應用和大眾生活等緊密相關的各種綜合服務。目前的空間資訊服務的主要方式是空間資料在伺服器端集中式或分散式管理, 利用 SOAP 和 Webservice 等技術完成空間資料與應用資料的傳輸。這種服務在已經在很多領域得到了廣泛應用。隨著智慧移動設備的普及

和發展, 與生俱來的定位能力及無線資料傳輸能力使得智慧移動終端成為了空間資訊服務中的重要組成部分。結合了移動通信、移動計算、高精度定位等內容的移動空間資訊服務也成為一個重要的研究方向[2]。但是一直以來, 移動終端都主要作為資訊服務的表現端, 另外, 移動空間資訊服務的物件是各種行業用戶和大眾用戶, 基於 mobile-agent 的空間資訊服務模型[3]在實施過程中有著很大的不確定性, 資料與服務的多樣性需求在移動端上很難實現複雜的應用邏輯, 因此, 空間資訊服務的在移動端的應用部署上,

有著很大的限制於不足。另外，隨著嵌入式技術的發展，它對現有的移動空間資訊服務產生了很大的影響。移動終端在運算能力、顯示性能及通信能力的增強，使得現有的服務架構產生了新的局限。

智慧地圖代理 (Intelligent Map Agent) 是一種基於 Agent 技術所實現的能夠對各類空間資料進行動態組織、控制、加工與計算的服務框架[4]。它可以適用於各種移動用戶，並且服務的內容也包含大範圍的地理資料。同時，利用無線通信技術，使得服務的範圍更加廣泛和深入。本文根據移動端所具備的新特徵，基於智慧地圖代理設計了適用於智慧移動終端的移動空間資訊服務模型，將空間資料與應用資料進行分類管理，在伺服器端和移動端進行了空間資料和應用資料的統一的部署，實現了功能在移動端的遷移，並利用這種模型，設計了資訊服務在移動端的通用解決方案。

2. 現有移動空間資訊服務分析

移動空間資訊服務能夠對各種空間資料進行有效管理，並根據應用需求，以靈活的方式提供資訊服務，將空間資料和服務資訊通過 Internet 和無線網路提供給用戶端。常見的服務架構通常採用基於層次式的空間資訊服務結構[5]，這種結構將空間資料管理與空間資訊服務管理相分離，通過對服務層的強大資料管理與空間分析的能力來完成空間資訊服務的快速部署與擴展相分離的方案來實現應用的快速擴展。另外，基於 mobile-agent 的移動空間資訊服務結構在層次是架構上做了深度擴展[3]，它採用了核心服務層與企業應用服務層相分離的方案，將更多的空間資訊服務處理放在核心服務層，mobile-agent 在服務端完成計算、通信、安全、定位、表現等工作，同時在中間層又完成了通信、服務定位、相互間通信等工作，這種架構中，Mobile-agent 作為獨立的計算單元完成各項計算任務來即時靈活地擴展及增強了在移動端上的空間資訊服務。Mapinfo 與 ESRI 及 AutoDesk 等公司的空間資訊服務平臺的設計中，針對移動端的服務也分別給出了自己的解決方案，但基本的結構都是 WebGIS 服務端與移動用戶端的集成，空間資料都是通過無線通信進行傳輸，移動用戶端主要進行定位、服務請求與資訊視覺化，同時也可以進行一定的移動計算[6]。

但這些架構所完成的僅僅是將空間資訊服務從有線網路到了無線網路的遷移，大資料量的空間資料與不可靠的無線網路傳輸在這些架構中沒有被很好的考

慮與解決，空間資訊服務的多樣性與擴展都僅僅在服務端和中間服務層進行擴展，用戶的各種應用需求很難得到有效滿足。熊和邊提出了基於用戶端的空間資訊服務體系結構[7]，在這種結構中，移動端利用自身的存儲能力，用壓縮等技術在用戶端用嵌入式資料庫進行空間資料的存儲，同時還設計優化顯示模組、移動計算模組和空間資訊模組。這種結構以嵌入式資料庫為核心完成了空間資訊服務在移動端的部署，使移動用戶端具備了一定得自主能力是實用性，但是對於空間資料的變更和資料的統一性沒有考慮，使得服務的範圍小，適應性差。另外，這種結構對於快速增長應用需求是不合適的，資料量的迅速增加將使得服務無法開展。

3. 移動空間資訊服務的新特點

與先前的移動空間資訊服務相比，隨著資訊服務方式與網路技術的發展，新的移動空間資訊服務出現了很多新的特徵：

1) 基於移動端的空間資訊服務逐步成為資訊服務的主流，從大眾生活到行業應用，基於移動端的空間資訊服務需求越來越多，對服務的內容需求程度差異越來越大；

2) 基於位置的 GIS 相關的服務需求逐漸淡化，與位置相關的綜合資訊服務等已經成為目前資訊服務的新的增長方向，如餐飲、行車、天氣、旅行等等；

3) 資訊的視覺化的需求的增強，不再是僅僅文字或圖片上的資訊視覺化，而是需要更為豐富的操作性和美觀性；

4) 以無線資料傳輸為主要途徑的資訊的即時傳輸與獲取；

5) 4A 服務的需求在精度、即時性等方面的進一步增強。

針對上述特徵，可以總結出新的空間資訊服務的主要關鍵內容如下：

1) 空間資料的多樣性需求的提高，資料不僅僅依賴於已有的空間資料，更多的行業資料和與空間實體無關的資料將是空間資訊服務資料增加的最多的內容。

2) 資訊服務內容的多樣性的提高，移動終端的應用需求的增加，使得需要將更多的計算和處理在移動端來完成，而移動端也需要能夠對各種多樣化的需求進行快速的應用擴展。

3) 視覺化引擎的需求，不僅僅是服務資訊的視覺化，地圖的視覺化與交互性也是空間資訊服務的一個特徵，且需要能夠在低解析度的顯示幕上完成豐富的

資訊顯示和便捷的操作交互。

4)設計合理的空間資料管理模型，真正降低無線資料傳輸的資料量，完成資料和移動端和伺服器端進行合理的綜合部署。

4. 基於 IMA 的移動空間資訊服務模型

由上述的分析可以看出，移動空間資訊服務的普及性與移動終端的發展是密不可分的，服務的請求發送、接收，應用資料的接收、顯示，資訊的視覺化和互動操作均是在移動端完成，因此，移動端的快速，也推動了移動空間資訊服務的發展。根據嵌入式系統的技术發展和技术特徵，移動端在目前的移動空間資訊服務中佔據了越來越重要的地位，因此在新的服務框架中，越來越多的服務內容和邏輯開始發生一定的遷移。

4.1 基於 IMA 服務模型組成

基於智慧地圖代理的移動空間資訊服務模型是以用戶的應用需求為中心的，提供統一的無差異空間資訊服務，並對各種服務的領域和內容統一的富移動端應用框架模型，將空間資訊服務從基於 Internet 的 PC 或伺服器端過渡到了基於無線通信的移動端。這個架構（見圖 1）中的三個主要模組分別是：資料管理層、服務中間層和用戶端層。

A: 資料服務層

資料管理層負責整個資訊服務中所有的空間資料的管理，它以統一的空間索引為基礎，將不同應用相

關的各種資料進行集中或分散式管理，對服務中間層所提交的各種資料請求進行統一調度，從不同的資料庫中按用戶所請求的內容進行處理並將結果資料返回給服務中間層。它是整個空間資訊服務的基礎。

B: 服務中間層

服務中間層是這個空間資訊服務的核心，它主要負責各種應用的註冊與管理，提供給資訊服務端的各種授權，也完成各種移動端間的資訊傳輸與交換，同時，根據不同的應用需求，完成不同應用中的各種重量級空間計算，最後根據用戶端的種類，將運算的結果和空間資料進行轉換處理並以無線等方式完成傳輸。

C: 用戶端層

用戶端模型設計是這個空間資訊服務架構模型中的核心，它與資料管理層有著類似的空間資料管理結構，但資料格式又有不同，它採用適合移動端的物理存儲格式，能夠在低性能和低存儲量的移動端上完成各種快速的流覽和交互操作，這個資料由服務中間層來生成。另外，用戶端中還採用了多引擎結構來支援一些羽量級的移動極端和空間分析，利用這種結構，可以徹底改變以往的移動端的單一性特徵，使得移動端成為資訊服務的移動計算單元，豐富的資訊視覺化與計算能力能夠使空間資訊服務在移動端得到快速的推廣與擴展。

4.2 IMA 用戶端模型設計

移動端模型是整個空間資訊服務的核心，隨著 GIS 的應用的發展，應用越來越多開始往移動端遷移，針對這些特點，移動端的設計重點包括下面一些內容：

A: 移動地圖資料管理

對應於空間資料管理，移動端也採用類似資料管理層的方案對資料進行統一管理（MMDM），在本地完成空間資料、遙感資料和應用資料的統一管理，且所有的資料都以嵌入式所適合的擴展的物理存儲格式來進行存儲，來解決存儲量和資料訪問性能等問；

B: 應用資料管理

應用相關的資料採用嵌入式資料庫或檔方式進行存儲，應用資料可以與資料管理層進行資料交換，來獲取即時的資料或進行內容更新，這些資料可以實現共用，另外，借助於服務中間層，可以實現移動端在服務中間層級別的資料通信和資料交換，可以大大提高工作的協作性和主動性。

C: 移動計算的深度應用

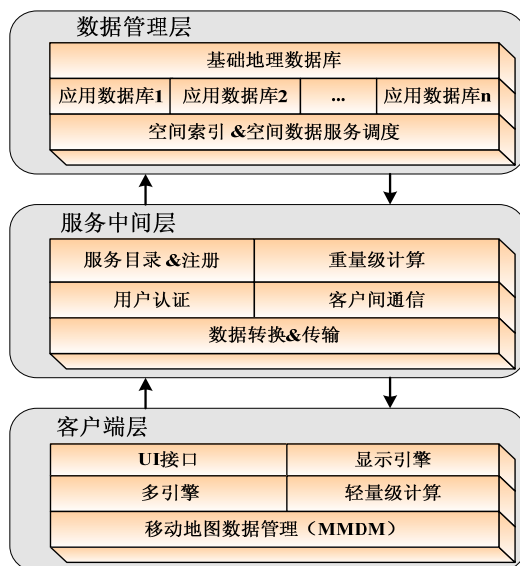


圖 1. 基於 IMA 的移動空間資訊服務模型

在移動端為了保證應用的快捷與高效，需要將移動計算在多個方面進行擴展，首先是視覺化引擎的設計，這個應用主要用來負責完成各種資料的視覺化管理，在移動端的資料管理中，利用引擎來完成高效率的向量地圖顯示、高性能的應用資訊視覺化以及遙感資料與向量資料的疊加顯示。另外，在各種行業應用中，利用資料分層管理的思想來實現各種資料的定制顯示；其次是羽量級 GIS 引擎的引入，利用對向量資料的管理中的各種高效空間索引，完成各種資訊檢索和查詢，包括路網分析等，將更多的 GIS 功能在移動端實現，更好地支持各種應用的需求。最後是 3S 的深度集成，作為與生俱來的定位能力，GPS 的定位能夠也很大地促進了嵌入式終端的普及，但是 GPS 的精度在某些應用中遠遠不夠，因此需要利用一些手段來增強，如遙感影像的疊加顯示可以很好提高各種資料獲取的效率和精度，特別的是，在導航應用，GPS 資料和道路拓撲資料相結合的地圖匹配技術也能更好地增加定位的準確度和精度。

D: 應用模型的設計

作為各類資訊服務的移動端，面臨的應用是多樣性的，為了滿足不同行業和領域的需求，需要提供一個統一的應用模型來快速完成各類應用軟體的設計，這種設計應該是脫離於各類嵌入式作業系統和硬體的，且應該能夠適應不同的領域需求。在本文中，採用的是層次式模組化結構，它從底層的作業系統層到最上層的應用層都具備了相應的設計，這種設計可以很好地適用於各種硬體結構和應用需求，並且模組化的設計大大地提高了應用的靈活性，因此能夠很快地進行各種擴展。

5. 部分關鍵內容設計

基於 IMA 的移動空間資訊服務與先前的服務相比，主要的變化集中在了移動端的設計上，隨著智慧移動終端的快速普及和發展，移動終端已經開始具備相當的運算能力和資料的管理能力，因此，除了增強移動端的羽量級計算與邏輯處理引擎之外，空間資料的管理和存儲同在整個模型中得到了增強。下面對空間資料的部署和用戶端的應用集成設計和服務流程做簡要介紹。

5.1 空間資料的統一部署方案

空間資料是移動空間資訊服務的必要組成部分，資訊的視覺化需求的提升對空間資料的要求也越來越

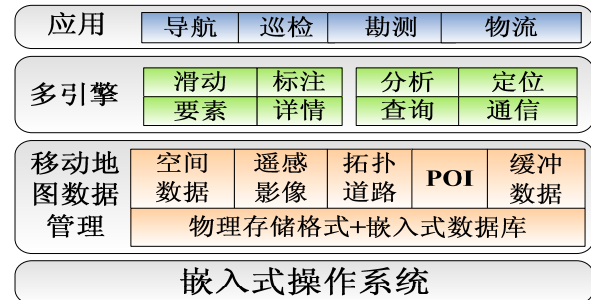


圖 2. 基於 IMA 的用戶端結構

高，精度和覆蓋範圍也越來越大，當大量的用戶端進行服務請求的時候，資料管理層的伺服器將時刻面臨巨大的負載，同時大資料的傳輸也會給無線網路帶來很大負擔。移動終端存儲能力的提升可以使得這一現象得到緩解，但是如何在資料管理端和用戶端部署統一的空间資料也是目前面臨的巨大問題。

通常的移動端的空间資料存儲都會採用國際通用的物理存儲格式來實現大資料量的存儲，同時這些格式也可以大大提升資料的訪問性能和索引性能。對於圖片加資訊點的服務方式雖然能夠滿足多數的需要，但是單一的點資料管理很難滿足行業用戶的需求，缺乏對空間資料的管理也會降低服務的靈活性和通用性。

在本模型中，空間資料的部署主要由中間層來協調完成。所有的空間資料在伺服器端採用了統一的管理，且各種應用資料都通過唯一的空間索引來和基礎地理資料相關聯。這種統一的空间索引，也是移動端進行空間資料請求的唯一依據。移動端可以通過多種方式，來預先從伺服器獲得此部分基礎地理資料，也可以即時發送資料的請求，所有的這些資料都會在中間層進行格式的轉換，以物理存儲格式的方式傳給用戶端。在這個過程中，不涉及任何應用資料庫。

在應用過程中，由於基礎地理資料的相對持久性，資料的更新頻率極低，而應用資料是相對多變的，因此，每次服務的過程中，參與的資料以應用資料為主，且資料量小，內容單一。這樣的設計將會大大減少應用過程中的資料的傳輸過程，將更多的計算放在了應用服務的處理上。

5.2 用戶端應用集成設計

移動端應用集成是這個框架中的重點，它不僅負責移動端空間資料和應用資料的管理，也承擔所有羽量級的 GIS 的功能。在資料管理的基礎上，利用向量地圖，配合主動的 GPS 定位或被動的無線定位來增加定位的精度和效率；在多引擎結構的基礎上，完成地

圖與應用資料的視覺化；根據應用的需求，即時向服務中間層發送資料請求，獲取即時資料，同時也可以利用這種方式與其他移動端進行通信。這種移動端的集成方案不僅減輕了服務端的負載同時也增加了結構的複雜度。移動端對大量的數據存儲也增強了利用移動計算來提升移動終端的獨立性和處理異常通信的能力，因此，更適合做通用的資訊服務終端。

5.3 用戶端的服務流程設計

基於 IMA 的用戶端能夠對空間資料和應用資料進行獨立地處理和分析能力，當本地資料不能滿足需求時，會即時通過無線網路與中間層通信，以從伺服器端獲取準確的資料，並完成資料接收，最終在本地完成應用資料的加工與視覺化顯示。

當運算量過大時，用戶端可以將服務請求發送到中間服務層，由中間服務層來完成計算，並將結果返回給移動端。這樣，移動端負責服務資料的最終處理與整合，並將資訊視覺化，顯示給用戶。下圖是基於 IMA 的用戶端進行業務處理的基本流程。

6. 結論與展望

隨著嵌入式硬體的發展和資訊服務程度的提升，基於移動端的空間資訊服務將成為未來數位城市和數位地圖的主要服務方式，本文根據嵌入式硬體的特性，從伺服器端到移動端對空間資料的管理、GIS 功能的遷移和移動端的智慧應用邏輯等幾個方面進行系統的分析，設計完成了基於智慧地圖代理的空間資訊服務框架。與以往的空間資訊服務框架相比，該框架有以下主要特徵：

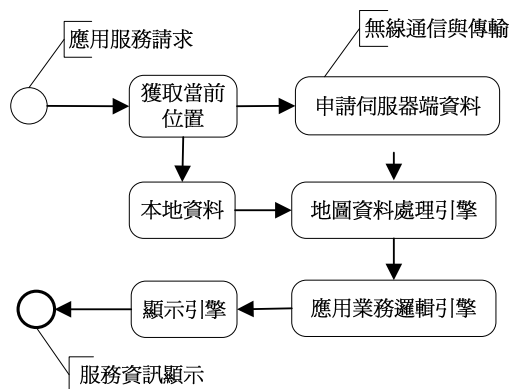


圖 3. 基於 IMA 用戶端的服務流程圖

1)根據 GIS 應用的物件和內容需求的變遷將 GIS 應用從伺服器端真正延伸到了移動端，將大量的羽量級 GIS 應用靈活部署在移動端，同時，移動端對空間資料和應用資料的管理方案可以有效地增強了移動端的資訊處理能力和應用的靈活性，同時也大大減少了服務端的負載，將移動端作為了空間資訊服務的主體。

2)移動端的多引擎結構與 GIS 模組的管理模型是種層次式可擴展應用模型，它將空間定位、移動計算和無線通信等特點在移動端進行了很好的集成，這種靈活的結構能夠適用於各種領域的資訊服務需求，能夠提供一個統一的面向全領域的高性能移動空間資訊服務移動平臺，並能夠在這個結構上快速開展各種應用部署和擴展，便於移動空間資訊服務快速普及。

3)空間資料在移動端的空間資料管理方案，減少了常規移動空間資訊服務的無線資料傳輸量，減少了服務中的不確定風險，提高了服務的性能和效率，同時大大減少了應用伺服器端和資料伺服器端的計算量，增強了應用部署的適應性和實用性。

隨著 GIS 的應用的深入和空間資訊服務在生活中的普及，更多的基於移動終端的資訊服務需求將被提出，新技術的發展和將會給移動空間資訊服務注入越來越多的活力，本文所設計的模式僅完成了服務的模型設計，在實際的應用中還有很多部分有待擴展和加強。

參考文獻 (References)

- [1] 李德仁, 李清泉, 謝智穎, 朱欣焰. 論空間資訊與移動通信的集成應用[J]. 武漢大學學報·資訊科學版, 2002, 2, 1-7.
- [2] 李琦, 史文勇, 林宇. 一種新的移動空間資訊服務系統的體系結構[J]. 地理與地理資訊科學, 2003, 7, 45-48.
- [3] 方志祥, 李清泉. 基於 Mobile Agent 技術的空間資訊移動服務[J]. 測繪學報, 2004, 4, 328-333.
- [4] E. Gervais, H. Liu, D. Nussbaum, Y. S. Roh, J. R. Sack, and J. Yi. Intelligent map agents-A ubiquitous personalized GIS. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Special Issue on Distributed Geoinformatics, 2007, 347-365.
- [5] 王濤, 張永生, 張豔. 一種移動空間資訊服務系統用戶端的設計與實現方法[J]. 2006, 9, 49-52.
- [6] 張海棠. 空間資訊移動服務模型、演算法與傳輸技術研究[D]. 中國人民解放軍軍校, 2005, 4.
- [7] 熊慶文, 邊馥苓. 基於嵌入式資料庫系統的移動 GIS 應用體系結構研究[J]. 武漢大學學報·資訊科學版, 2006, 1, 86-89.