

ỨNG DỤNG THƯ VIỆN AMCHARTS VÀO THIẾT KẾ WEBGIS KINH TẾ – XÃ HỘI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nguyễn Văn Hồng¹, Phan Hiền Vũ²

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa, VNU-HCM,
Khoa vật lý, Trường đại học Quốc tế, VNU-HCM,
Email: nguyenhong1611209@gmail.com

ABSTRACT

Application of Amcharts library to the socio-economic WebGIS design of Ho Chi Minh city

The main objective of the topic is to analyze, design, and build socio-economic WebGIS to announce the city's socio-economic development indicators. The work includes convenient interactive tools for users to exploit statistics in many forms of visualization on maps, comparison charts, correlation charts between indicators, and show growth of data over time. To implement the topic, I conducted a survey and collected information on the current status of data and management status of socio-economic development statistical indicators in Ho Chi Minh City. Since then, we can analyze, evaluate the current situation, needs, and propose appropriate application building solutions, including technology solutions. On the basis of this survey information, and analysis of the system design, including architectural design, database, system functions, and interfaces, is conducted. On the basis of technical design, I collect data, edit it, and enter it into the database. Along with that is programming, building, analyzing, and designing the socio-economic WebGIS in Ho Chi Minh City.

Keywords: WebGIS, GIS, PostGIS, Amcharts, Geo statistics.

1. GIỚI THIỆU

Để thực hiện đề tài này, tác giả đã tiến hành khảo sát hiện trạng số liệu và hiện trạng quản lý các chỉ tiêu phát triển kinh tế xã hội tại Thành phố Hồ Chí Minh. Cục thống kê thành phố chịu trách nhiệm công bố các số liệu thống kê theo định kỳ hàng tháng thông qua trang web của Cục thống kê. Tuy nhiên các trang này đều chỉ có chức năng xem và tải dữ liệu về, chưa thể tương tác được với người dùng, chưa trực quan trên nền bản đồ và chưa ứng dụng được công nghệ GIS vào trong việc phân tích, quản lý và công bố các chỉ tiêu thống kê. Để khắc phục và hỗ trợ việc công bố các chỉ tiêu thống kê. Hiện nay, có rất nhiều trang WebGIS chứa bản đồ chuyên đề trực tuyến với các số liệu đi kèm như atlas tỉnh Bình Dương, sản phẩm của dự án là các chuyên đề bản đồ được biên tập trên giấy và được đưa lên trang Web dưới dạng WebGIS truyền thống, nhưng dữ liệu tĩnh và số liệu chỉ đại diện cho một thời điểm, thiếu tương tác với người sử dụng, số liệu không được cập nhật.

Mục tiêu tổng quát là công bố các chỉ tiêu phát triển kinh tế - xã hội của Thành phố Hồ Chí Minh nhằm quảng bá hình ảnh phát triển của Thành phố và thu hút đầu tư, thực hiện chính sách công khai minh bạch thông tin của Nhà nước. Mục tiêu cụ thể là ứng dụng thư viện Amcharts vào việc thiết kế WebGIS kinh tế - xã hội Thành phố Hồ Chí Minh để công bố các chỉ tiêu phát triển kinh tế xã hội của Thành phố với các công cụ tương tác thuận tiện cho người sử dụng khai thác các số liệu thống kê dưới các hình thức trực quan trên bản đồ, biểu đồ so sánh, biểu đồ tương quan giữa các chỉ tiêu và diễn biến theo thời gian.

2. KHU VỰC NGHIÊN CỨU VÀ GIẢI PHÁP KỸ THUẬT

2.1. Khu vực nghiên cứu

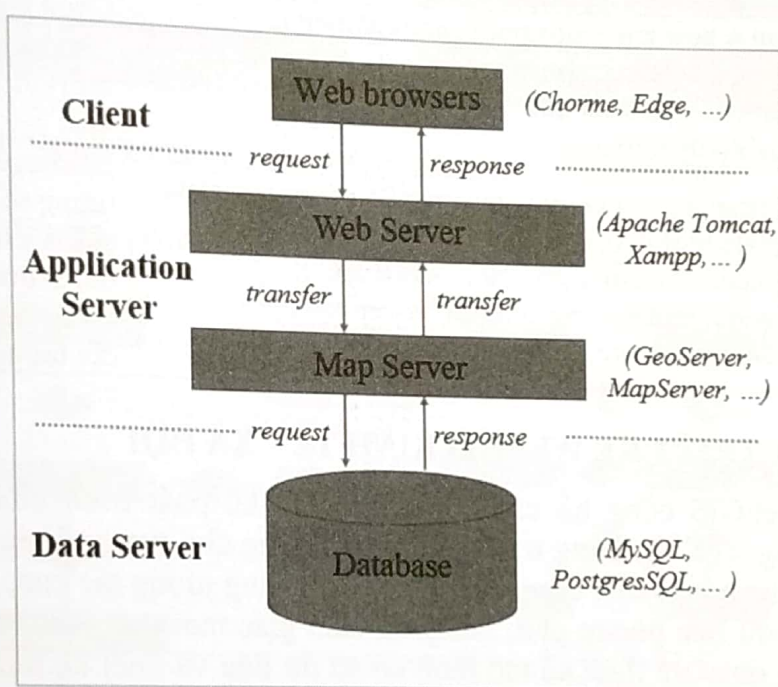
Thành phố Hồ Chí Minh là thành phố trực thuộc trung ương và là một trong hai thành phố lớn nhất tại Việt Nam, gồm 19 quận và 5 huyện, tổng diện tích 2.095,239 km². Đến năm 2019, dân số thành phố tăng lên 8.993.082 người và cũng là nơi có mật độ dân số cao nhất Việt Nam. Tuy nhiên, nếu tính những người cư trú không đăng ký hộ khẩu thì dân số thực tế của thành phố này năm 2018 là gần 14 triệu người. Giữ vai trò quan trọng bậc nhất trong nền kinh tế Việt Nam, Thành phố Hồ Chí Minh chiếm 21,3% tổng sản phẩm (GDP) và 29,38% tổng thu ngân sách của cả nước. Thành phố Hồ Chí Minh có tọa độ 10°10' – 10°38' Bắc và 106°22' – 106°54' Đông, phía Bắc giáp tỉnh Bình Dương, Tây Bắc giáp tỉnh Tây Ninh, Đông Bắc và Đông giáp tỉnh Đồng Nai và Bà Rịa – Vũng Tàu, Đông Nam giáp Biển Đông và tỉnh Tiền Giang, Nam và Tây giáp tỉnh Long An. Nằm ở miền Nam Việt Nam, Thành phố Hồ Chí Minh cách Hà Nội 1.730 km theo đường bộ, trung tâm thành phố cách bờ biển Đông 50 km theo đường chim bay. Với vị trí tâm điểm của khu vực Đông Nam Á, Thành phố Hồ Chí Minh là nơi trung tâm về kinh tế – xã hội có tầm quan trọng bậc nhất cả nước.



Hình 1. Bản đồ nền hành chính Thành phố Hồ Chí Minh
(Nguồn: Địa ốc Thông Thái, 2020)

2.2. Kiến trúc hệ thống

WebGIS là hệ thống thông tin địa lý được phân bố qua môi trường mạng máy tính để tích hợp, phân phối và truyền tải thông tin địa lý trực tuyến trên Internet. Trong đề tài, đã ứng dụng mô hình kiến trúc 3-tier gồm Database, Application Server và Client để xây dựng trang web. Database (Data tier) là nơi lưu trữ các dữ liệu địa lý bao gồm các dữ liệu không gian và phi không gian. Application Server (Bussiness tier) là một ứng dụng phía Server nhiệm vụ chính của nó là tiếp nhận các yêu cầu từ client, lấy dữ liệu từ phía cơ sở dữ liệu theo yêu cầu của client, trình bày dữ liệu theo cấu hình định sẵn hoặc theo yêu cầu của client và trả kết quả về theo yêu cầu. Client (Presentation tier) thông thường đơn thuần là một Browser. Mô tả chi tiết kiến trúc tại Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ hoạt động kiến trúc WebGIS 3 tầng (3 tiers)

2.3. Amcharts 4

AmCharts là một thư viện biểu đồ tiên tiến sẽ phù hợp với bất kỳ nhu cầu trực quan hóa dữ liệu nào. AmCharts chia thành 3 biểu đồ độc lập Charts JavaScript, Maps Charts (Maps) và biểu đồ chứng khoán. AmCharts sử dụng SVG để render biểu đồ mà chỉ hoạt động ở các trình duyệt hiện đại. Amcharts có các công cụ trực quan hóa dữ liệu mạnh mẽ (Powerful analytic tool). Một số chức năng chính có thể kể đến như các chức năng tương tác với biểu đồ (Interactive), nhập dữ liệu bên ngoài (Load external data), có các phần mở rộng (Extendable), hỗ trợ chủ đề và tạo kiểu CSS (Supports themes & CSS styling). Không chỉ vậy, Amcharts hỗ trợ rất nhiều loại biểu đồ, thư viện này có sẵn để tải xuống hoặc thông qua CDN. Một số hàm cơ bản có thể kể đến tại Bảng 1.

Bảng 1. Một số hàm cơ bản của thư viện Amcharts 4.

Thứ tự	Hàm	Mô tả
1	<pre><script src="//cdn.amcharts.com/lib/4/core.js"></script> <script src="//cdn.amcharts.com/lib/4/charts.js"></script> <script src="//cdn.amcharts.com/lib/4/maps.js"></script></pre>	Nhúng thư viện vào trang WebGIS
2	<pre>var chart = am4core.create("chartdiv", am4charts.PieChart); var series = chart.series.push(new am4charts.PieSeries()); series.dataFields.value = "litres"; series.dataFields.category = "country";</pre>	Tạo Piechart đơn giản
3	<pre>var map = am4core.create("chartdiv", am4maps.MapChart); map.geodataSource.url = "/path/to/myCustomMap.json";</pre>	Tạo Map đơn giản
4	<pre>map.projection = new am4maps.projections.Miller();</pre>	Chọn phép chiếu cho bản đồ
5	<pre>var polygonSeries = new am4maps.MapPolygonSeries(); polygonSeries.useGeodata = true; map.series.push(polygonSeries);</pre>	Cho phép sử dụng thuộc tính của đối tượng không gian
6	<pre>var polygonTemplate = polygonSeries.mapPolygons.template; polygonTemplate.tooltipText = "{name}"; polygonTemplate.fill = am4core.color("#74B266"); var hs = polygonTemplate.states.create("hover"); hs.properties.fill = am4core.color("#367B25");</pre>	Di chuyển chuột vào đối tượng sẽ hiển thị thuộc tính của đối tượng không gian đó. Trường hợp này sẽ hiển thị thuộc tính "name" của đối tượng

3. PHÂN TÍCH VÀ THIẾT KẾ WEBGIS KINH TẾ - XÃ HỘI

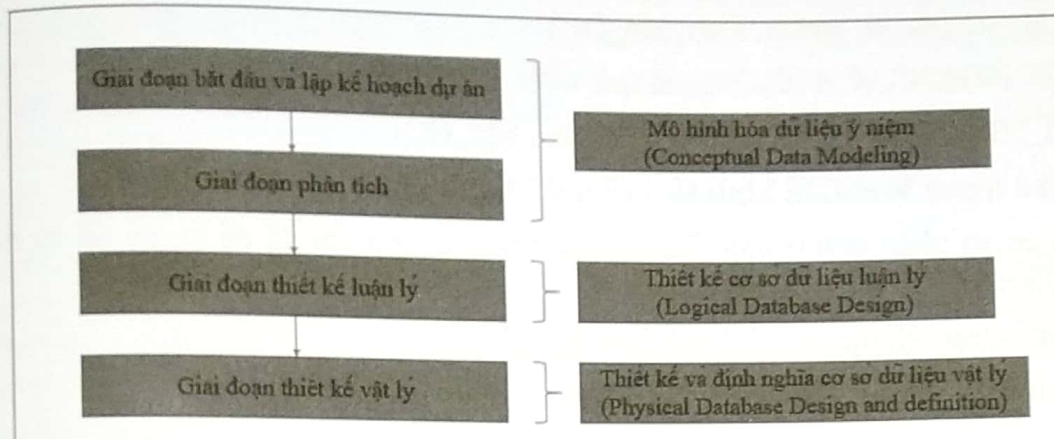
Hệ thống WebGIS công bố các chỉ tiêu thống kê phát triển kinh tế, xã hội cho Tp.HCM là một trang web tập trung trải nghiệm tính năng cho người dùng cuối, giúp họ có được một cái nhìn trực quan, sinh động về số liệu, khả năng tương tác cao, mượt mà với các tính năng mạnh mẽ, dữ liệu phong phú, mang lại cảm giác mới mẻ, thân thiện. Tài liệu này mô tả một cách tổng quan về thiết kế mô hình cơ sở dữ liệu và thiết kế trang WebGIS công bố các chỉ tiêu thống kê phát triển kinh tế - xã hội cho Tp.HCM.

3.1. Mô hình cơ sở dữ liệu

Thiết kế là một bước khá quan trọng trong quá trình xây dựng một cơ sở dữ liệu. Trong hệ thống quản lý dữ liệu, các công việc chủ yếu được thực hiện không chỉ là thu thập dữ liệu, lưu trữ dữ liệu, và khôi phục các dữ liệu mà quan trọng hơn cả là chuyển đổi dữ liệu đó thành thông tin. Các thông tin thu được từ dữ liệu càng nhanh chóng, và gần gũi với tình trạng thực tiễn bao nhiêu thì việc tạo quyết định càng chính xác và càng có nhiều ý nghĩa.

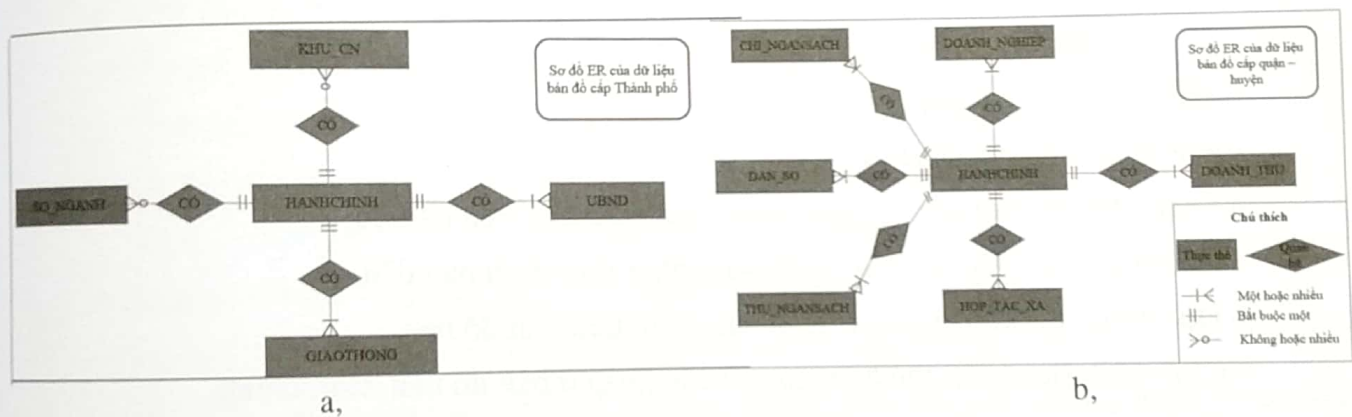
Trong giai đoạn bắt đầu và lập kế hoạch dự án xây dựng sơ đồ liên kết thực thể và lập tài liệu phác thảo về phạm vi của các dữ liệu liên quan đến dự án và chưa quan tâm đến các cơ sở dữ liệu nào đang có. Trong giai đoạn phân tích xây dựng mô hình dữ liệu chi tiết để xác định tất cả các dữ liệu tác nghiệp của hệ thống. Nêu tất cả các thực thể, các mối liên kết, các thuộc tính và các qui tắc nghiệp vụ. Thiết kế cơ sở dữ liệu luận lý được thực hiện trong giai đoạn thiết kế luận lý của chu kỳ phát triển hệ thống. Trong giai đoạn này chuyển mô hình dữ liệu ý niệm thành các quan hệ, dựa vào lý thuyết cơ sở dữ liệu quan hệ. Giai đoạn cuối cùng là thiết kế và định nghĩa cơ sở dữ liệu vật lý. Trong giai đoạn này xác định cấu trúc vật lý của cơ

sở dữ liệu trong hệ quản trị cơ sở dữ liệu và lựa chọn chương trình xử lý dữ liệu. Quá trình thiết kế cơ sở dữ liệu được thực hiện theo đúng sơ đồ tại Hình 3.



Hình 3. Các giai đoạn phát triển hệ thống cơ sở dữ liệu

Kết quả của các giai đoạn thiết kế, xây dựng cơ sở dữ liệu được trình bày sau đây.



Hình 4. Sơ đồ ER hệ cơ sở dữ liệu của bản đồ cấp Thành phố (a) và cấp quận – huyện (b)

Từ sơ đồ ER Hình 4 chuyển mô hình dữ liệu ý niệm thành các quan hệ, dựa vào lý thuyết CSDL quan hệ gồm các dữ liệu sau:

- Dữ liệu cấp Thành phố:

+ HANHCHINH (Ma_HC, ten, dan_so, dien_tich, geom, so_phuong)

+ GIAOTHONG (GIAOTHONG_id, ten, geom)

+ SO_NGANH (SO_id, ten, fax, website, dia_chi, dien_thoai, geom)

+ UBND (UBND_id, ten, dia_chi, dien_thoai, cap, geom)

+ KHU_CN (KCN_id, ten, dia_chi, dien_tich, tinh_chat, dich_vu, quy_hoach, quyet_dinh, geom)

- Dữ liệu cấp quận – huyện:

+ DOANHNGHIEP (DN_id, soluong, nam, Ma_HC)

- + DOANH THU (DT_id, tong_dt, nam, Ma_HC)
- + HOP_TAC_XA (HTX_id, soluong, nam, Ma_HC)
- + DAN_SO (ds_id, sodan, nam, Ma_HC)
- + THU_NGANSACH (thu_ns_id, thu, nam, Ma_HC)
- + CHI_NGANSACH (chi_ns_id, chi, nam, Ma_HC)

3.2. Thiết kế trang WebGIS kinh tế – xã hội Thành phố Hồ Chí Minh

Trên cơ sở phân tích ở mục 2.2 và dựa vào các tiêu chí đã đề ra, đề tài sử dụng giải pháp WebGIS như sau:

- + Webserver: Xampp v3.2.4 tích hợp TomCat
- + Webmap Engine: Geoserver 2.16.0 chạy trên nền JDK 1.8
- + Hệ quản trị cơ sở dữ liệu: PostgreSQL 11/Postgis 2
- + Thư viện hỗ trợ tạo Charts: AmCharts 4

Trang WebGIS công bố chỉ tiêu phát triển kinh tế - xã hội được thiết kế gồm nhiều chức năng, có thể kể đến những chức năng sau:

- Nhóm chức năng liên quan đến bản đồ
 - + Hiển thị toàn bộ bản đồ
 - + Phóng to, thu nhỏ bản đồ
 - + Dịch chuyển bản đồ: sử dụng chuột trái trực tiếp trên bản đồ.
 - + Zoom default: lập tức thu về khoảng nhìn mặc định ban đầu.
 - + Đo lường: đo khoảng cách giữa các điểm trên bản đồ nền
 - + Chú thích (legend): thể hiện dân số các quận ở bản đồ nền hành chính.
 - + Download: download các lớp dữ liệu dưới dạng nhiều định dạng khác nhau: shp, csv, ...
 - + Hiển thị nhiều lớp dữ liệu tùy ý: hiển thị các lớp dữ liệu đè lên nhau
 - + Tùy thích sắp xếp lớp dữ liệu nào nằm trên nằm dưới (cùng định dạng)
 - + Chọn bản đồ nền: Tùy ý chọn bản đồ nền theo ý muốn (WorldImage, Topo, ...)
 - + Tìm kiếm: công cụ tìm kiếm giúp ta tìm kiếm quận nào nằm ở vị trí nào trên bản đồ.
- Nhóm chức năng liên quan đến công bố chỉ tiêu kinh tế – xã hội
 - + Đưa trỏ chuột vào biểu đồ sẽ tự động hiện ra các chỉ tiêu được thống kê. Chọn biểu đồ cần xem.
 - + Biểu đồ có thể tùy chọn xem các năm, xem từng năm, chọn chỉ tiêu mình muốn xem
- ...
 - + Tải dữ liệu về theo nhiều định dạng (Json, csv, ...), hình ảnh (Png, Pdf, ...) hoặc in (print) tại web
 - + Chọn bản đồ chuyên đề cần xem

Bên trong bản đồ chuyên đề tích hợp rất nhiều chức năng, mỗi một bản đồ chuyên đề có các chức năng khác nhau và riêng biệt. Các bản đồ chuyên đề này đã giải quyết được bài toán đặt ra từ đề bài, trực quan các biểu đồ thống kê trên nền bản đồ trực tuyến. Tăng khả năng tương tác với người dùng và thể hiện được sự tăng trưởng của số liệu qua từng năm. Không chỉ vậy, các biểu đồ chỉ tiêu thống kê cấp thành phố đã giải quyết được bài toán hỗ trợ quản lý số liệu của các cơ quan tổ chức, có khả năng tương tác với người dùng và công khai minh bạch chính sách của nhà nước.

4. KẾT QUẢ, THẢO LUẬN

Phạm vi khảo sát và biên tập dữ liệu để thực hiện đề tài là 8 chỉ tiêu cấp thành phố và 6 chỉ tiêu cấp quận – huyện trong vòng 5 năm gần nhất. Dữ liệu được thu thập có từ nguồn của Cục thống kê thành phố được công bố trong Niên giám thống kê thành phố hàng năm và trên trang web của Cục thống kê thành phố.

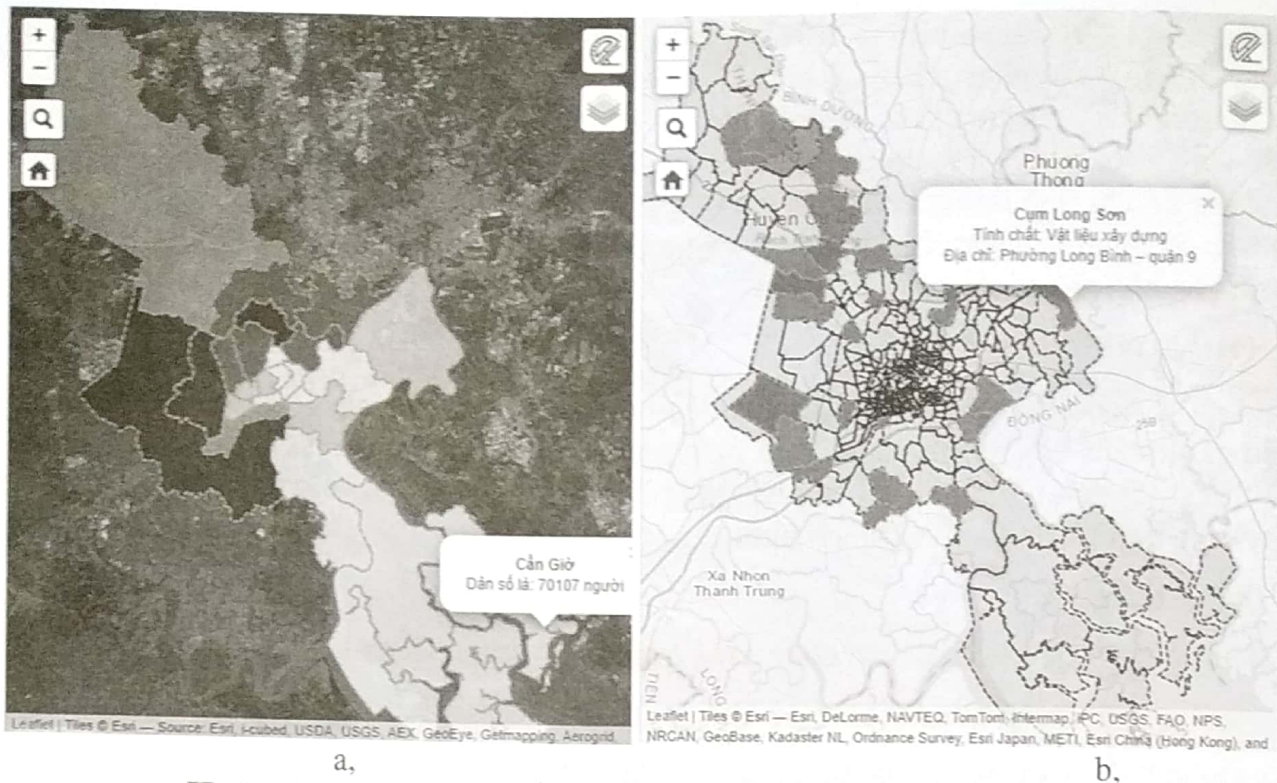
4.1. Hệ thống quản lý

Hệ thống WebGIS có một số chức năng quản lý có thể kể đến như:

- Nhóm chức năng quản trị dữ liệu không gian trên GeoServer
- + Quản lý Workspace : xóa, sửa, cập nhật, thêm mới workspace
- + Quản lý Stores : xóa, sửa, cập nhật, thêm mới stores
- + Quản lý lớp dữ liệu: xóa, sửa, cập nhật, thêm mới lớp dữ liệu
- Nhóm chức năng quản trị database trên phần mềm PostgreSQL
- + Quản lý database: xóa, sửa, cập nhật, thêm mới database
- + Quản lý tables: xóa, sửa, cập nhật, thêm mới tables
- + Thêm Extension PostGIS cho database lưu trữ dữ liệu không gian
- + Truy vấn, biên tập các dữ liệu có trong tables gồm dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính

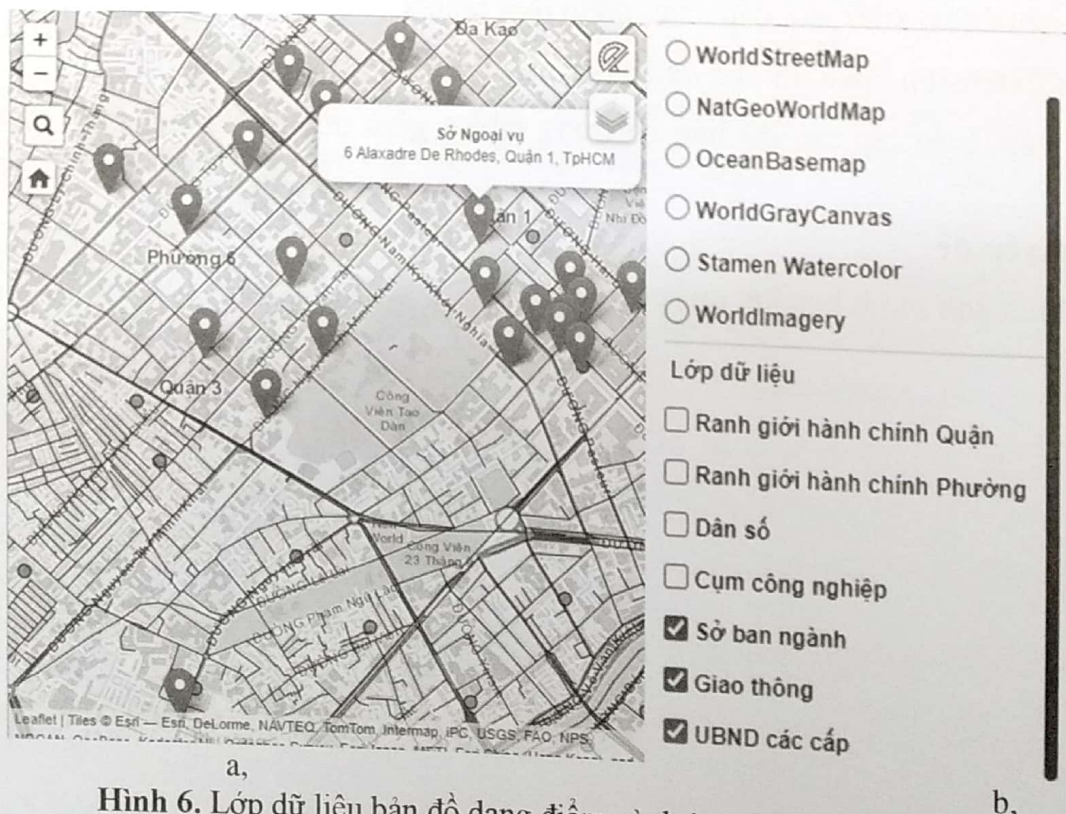
4.2. Bản đồ chuyên đề

Một số hình ảnh minh họa kết quả của đề tài.



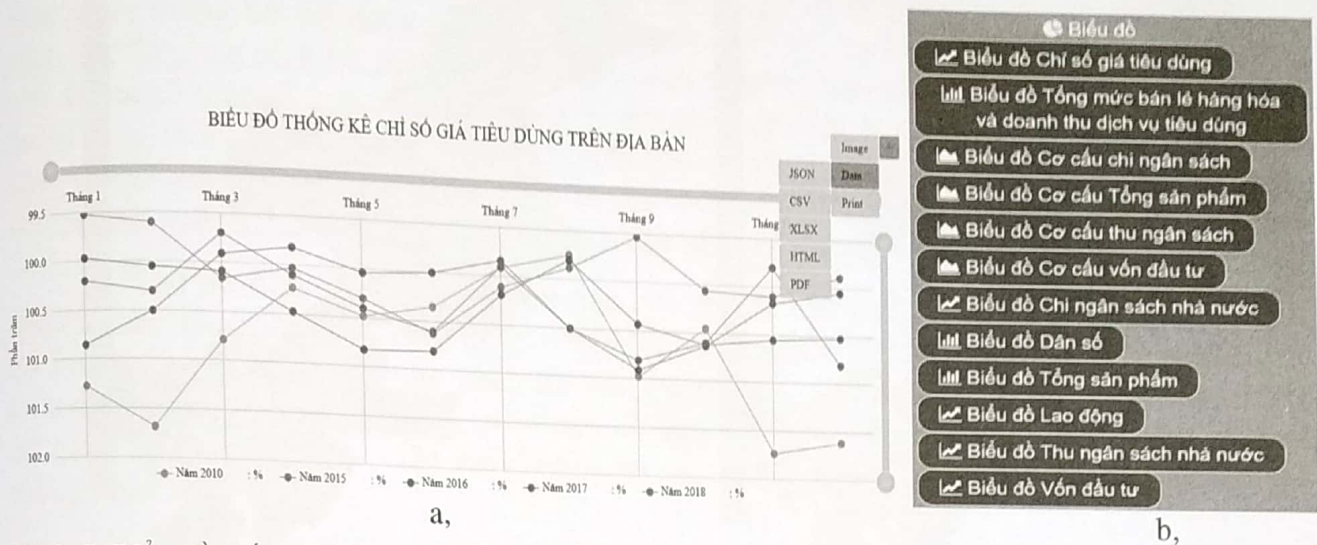
Hình 5. Lớp dữ liệu bản đồ dân số (a) và lớp dữ liệu các khu công nghiệp (b)

Các lớp dữ liệu bản đồ nền được biên tập bằng phần mềm QGIS. Trong đề tài đã thực hiện được 7 lớp dữ liệu. Các lớp dữ liệu này có thể dễ dàng chỉnh sửa, và cập nhật. Trong tương lai, sẽ cập nhật thêm các lớp dữ liệu bản đồ cho đầy đủ. Không chỉ có các lớp dữ liệu dạng vùng, mà còn có đầy đủ các lớp dữ liệu dạng điểm, đường sẽ được mô tả ở Hình 6.



Hình 6. Lớp dữ liệu bản đồ dạng điểm và đường (a) và các lớp dữ liệu (b)

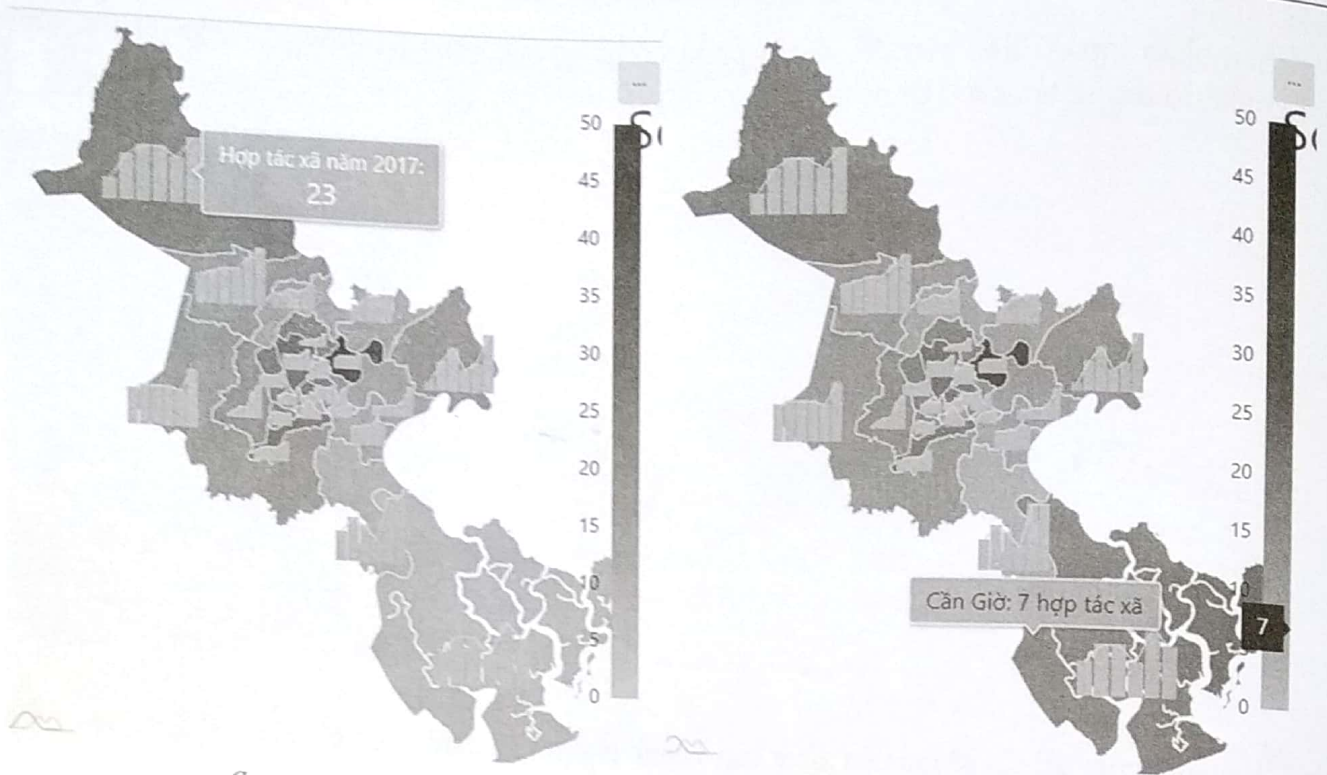
Sau phần lớp dữ liệu bản đồ, sẽ tới phần công bố các chỉ tiêu thống kê cấp Thành phố với các biểu đồ tương tác cao với người dùng cuối *Hình 7*.



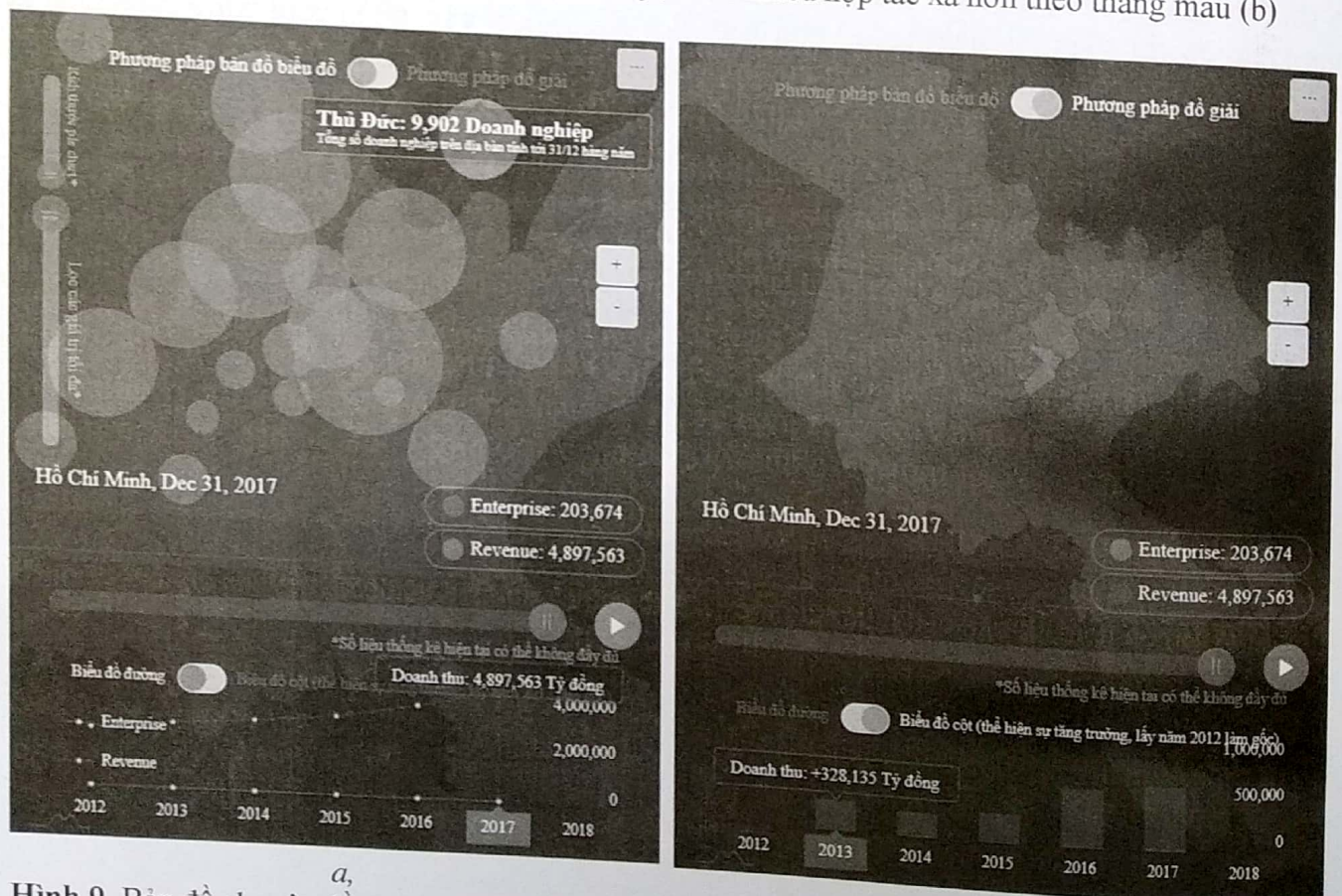
Hình 7. Biểu đồ thống kê chỉ số giá tiêu dùng cấp Thành phố (a) và danh sách biểu đồ thống kê (b)

Với mục đích ban đầu là mang lại sự tương tác cao giữa người dùng và web. Biểu đồ có thể tùy chọn xem các năm, xem từng năm, làm nổi bật năm mình muốn xem, xem những tháng nào có chỉ số giá tiêu dùng lớn hơn 100%,... Không chỉ vậy, phần cuối cùng của đề tài là những bản đồ chuyên đề mang riêng trong mình rất nhiều tính năng và giải quyết được tất cả những vấn đề đặt ra. Bản đồ chuyên đề thứ nhất là về số lượng hợp tác xã trên địa bàn Thành phố (*Hình 8*) thể hiện sự gia tăng số lượng các hợp tác xã bằng biểu đồ trực quan trên nền bản đồ và có thể tương tác được với người dùng. Bản đồ chuyên đề thứ hai được đề cập đến là bản đồ doanh nghiệp và doanh thu trên địa bàn Thành phố (*Hình 9*). Bản đồ này kết hợp 2 phương pháp thành lập bản đồ là phương pháp bản đồ biểu đồ và phương pháp đồ giải. Hơn nữa, nó còn có rất nhiều tính năng ưu việt khác. Sắp tới, sẽ tiếp tục cho ra nhiều bản đồ chuyên đề khác nhau, khác cả về dữ liệu lẫn hình thức và chức năng của chúng. Mục đích là tạo ra nhiều công cụ, nhiều bản đồ chuyên đề khác nhau cho người dùng lựa chọn.

Bản đồ chuyên đề tập trung vào trải nghiệm của người dùng, nên là tương lai sẽ ra nhiều sản phẩm bản đồ chuyên đề với các tính năng khác nhau, chứ không phải là chỉ đưa dữ liệu đầu vào khác là sẽ thành các bản đồ chuyên đề khác nhau.



Hình 8. Bản đồ chuyên đề hợp tác xã gồm biểu đồ thể hiện sự thay đổi số lượng hợp tác xã qua các năm (a) và bản đồ nền thể hiện quận – huyện nào nhiều hợp tác xã hơn theo thang màu (b)



Hình 9. Bản đồ chuyên đề doanh nghiệp và doanh thu gồm phương pháp bản đồ biểu đồ (a) và phương pháp đồ giải (b)

5. KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ

Đề tài mang đến rất nhiều ý nghĩa và giải pháp cho việc công bố các chỉ tiêu thống kê. Có nhiều thuận lợi trong việc thực hiện đề tài có thể kể đến như số liệu được công bố tại cạnh đó, do chưa có kinh nghiệm thực tiễn, thời gian có hạn và còn nhiều vấn đề phát sinh nên đề tài có một số hạn chế sau phạm vi thu thập dữ liệu hạn chế, kĩ năng lập trình chưa vững, về thư viện Amcharts có giới hạn là thư viện chưa hỗ trợ bản đồ nền và việc kết hợp với các thư viện khác rất khó. Đây là một trong những hạn chế lớn nhất của Amcharts.

Cơ sở dữ liệu đã xây dựng còn hạn chế, đề tài cần thiết mở rộng phạm vi nhập liệu cho các chỉ tiêu còn lại và tăng thêm nhiều bản đồ chuyên đề khác. Tương lai, WebGIS cần bổ sung một số chức năng như nhập dữ liệu (import) từ nhiều nguồn, tạo các báo cáo thống kê theo yêu cầu, có các công cụ phân tích số liệu phục vụ công tác hoạch định. Hơn nữa, sẽ cố gắng kết hợp các thư viện JavaScript lại với nhau để tạo nên một hệ thống liền mạch thống nhất.

Trên cơ sở các công việc mà đề tài đã thực hiện, các thuận lợi, khó khăn và các định hướng hoàn thiện mở rộng đề tài, đề xuất một số hướng phát triển đề tài như:

1. Thu thập bổ sung thêm dữ liệu, xây dựng bản đồ chuyên đề cho các chỉ tiêu còn lại phục vụ nhu cầu quản lý và công bố các chỉ tiêu thống kê.
2. Xây dựng thêm các công cụ quản lý số liệu phục vụ công tác quản lý số liệu thống kê: import dữ liệu từ nhiều nguồn, tổng hợp số liệu thống kê, thống kê báo cáo số liệu.

Lời cảm ơn

Xin trân trọng cảm ơn Trung tâm Ứng dụng Hệ thống thông tin Địa lý Thành phố Hồ Chí Minh đã tạo ra nền tảng HCMGIS OpenData nơi chứa nhiều dữ liệu và tài liệu để tác giả có thể tham khảo cho đề tài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] AA.Alesheikh và cộng sự. 2009. Web GIS: Technologies and Its Applications.
- [2] Abel Markos. 2014. The role of "Web GIS" the development of tourism - in the case of Bahir Dar Town and its surroundings, Amhara region, Ethiopia. Radix International Journal of Research in Social Science, Volume 3, Issue 11.
- [3] Atlas Bình Dương [<http://atlas.binhduong.gov.vn/MAP/BDT/Atlas/index.php>].
- [4] C. Rinner. 1998. ONLINE MAPS IN GEOMED - Internet Mapping, online GIS and their application in Collaborative Spatial Decision-Making [<https://people.ryerson.ca/crinner/>].
- [5] Dương Tuấn Anh và Nguyễn Trung Trực. 2012. Hệ Cơ Sở Dữ Liệu. Đại học Bách Khoa – ĐHQG Tp.HCM.
- [6] Edward Mac Gillavry. 2000. Cartographic aspects of WebGIS-software. Department of Cartography Utrecht University.

- [7] GeoServer Documentation. 2014. [<https://docs.geoserver.org/>].
- [8] Leaflet [<https://leafletjs.com/index.html>].
- [9] Lê Minh Vĩnh. 2005. Cơ sở lý luận trong xây dựng Atlas điện tử phục vụ quản lý hành chính cấp Tỉnh/Thành, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa, Thành phố Hồ Chí Minh.
- [10] Open Geospatial Consortium [<https://www.ogc.org/>].
- [11] OpenLớp dữ liệu s Introduction [<https://openlớp dữ liệu s.org/>].
- [12] PostGIS Documentation [<http://postgis.net/documentation/>].
- [13] PostgreSQL Documentation [<https://www.postgresql.org/>].
- [14] The World Bank [<https://data.worldbank.org/>].
- [15] The GeoJSON Format Specification [<https://geojson.org/geojson-spec.html>].
- [16] Tổng cục thống kê [<https://www.gso.gov.vn/Default.aspx?tabid=706&ItemID=13412>].