

تهیه نقشه ناوبری شهری با استفاده از شاخصهای راهیابی

رضا آقاپاھر

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شهرری

reza_aghataher@yahoo.com

نجمه نیسانی سامانی

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی عمران - نقشه برداری، گرایش سیستم اطلاعات مکانی، گروه مهندسی نقشه برداری،

دانشکده فنی، دانشگاه تهران

najmehsamany@yahoo.com

چکیده

راهیابی و یا عبارت دیگر پیمودن مسیر از یک مبدا مشخص به یک مقصد معین، یکی از اصلی ترین فعالیتهای است که افراد در طول روز با آن مواجه می باشند. عموماً، افراد برای رسیدن به یک مقصد نا آشنا در محیط شهری، روشهای مختلفی چون بکارگیری نقشه های موجود از محیط، استفاده از علائم متوالی مسیر یا ارتباط با دیگر ناوبران را اتخاذ می کنند. در این میان کار آترین روش راهیابی انسان در یک محیط جدید، استفاده از شاخصهای مکانی محلی، شناخته شده است. راهیابی شاخص مبنا بر پایه وجود شاخصهای راهیابی در نقاطی از مسیر است که ناوبر در آن نقاط نیاز به کمک دارد.

اگرچه شاخصهای راهیابی جزء مهمی در ناوبری بشمار می روند و استفاده از آنها در انجام عمل راهیابی موثر شناخته شده است، بندرت درون سیستمهای ناوبری کنونی بکار برده می شوند. این تحقیق با هدف به خدمت گیری شاخص های مکانی برای تسهیل راهیابی افراد در یک محیط شهری، از طریق ایجاد نقشه ناوبری شاخص مبنا به بررسی ویژگی های شاخصهای راهیابی با توجه به کاربری سیستم و شرایط موجود پرداخته و بصورت اتوماتیک شاخصهای راهیابی را استخراج می نماید. سپس با معرفی دستورالعمل مناسب به تهیه نقشه راهیابی شاخص مبنا می پردازد.

واژگان کلیدی: نقشه راهیابی - استخراج اتوماتیک - شاخص راهیابی

Abstract

Wayfinding, i.e. going from some origin to destination, is one of the fundamental activities people encountered. Usually, people use different approaches for wayfinding such as sequential marking or communicating with other navigators. In these methods wayfinding based on landmarks is proven the best approach. However it is not used in current navigation systems.

This paper with the aim of applying landmarks in wayfinding process tries to specifying landmark's characteristics and automatic extraction of applicable landmarks. Then with introducing a suitable manual shows a method for preparing a landmark-based wayfinding map.

۱. مقدمه

ناوبری یکی از مهمترین وظایف سیستم های اطلاعاتی مکانی می باشد. ناوبری در محیطهای مختلف، شامل فضاهای باز و بسته، با و بدون وسیله نقلیه بوده، بنابراین وظیفه بسیار پیچیده ای خواهد بود (ملک، ۱۳۸۳). ناوبری وظیفه ای مرکب از عناصر شناختی و حرکتی است. بدین معنی که صرف تعیین موقعیت عامل و موقعیت هدف و حتی تعیین مسیر با الگوریتمهای کمترین فاصله نمی تواند اهداف ناوبری را به فرجام برساند. کاربر باید نحوه

رسیدن به هدف را نیز بدانند. این مساله به طور قطع تنها به مشخصات فنی وابسته نبوده و عناصر شناختی و درک عامل نیز در آن نقش عمده‌ای ایفا می‌کنند(ملک، ۱۳۸۳؛ نسانی سامانی و همکاران، ۱۳۸۵).

Allen و Golledge (1999) رفتار راهیابی را اینگونه تعریف می‌کنند: حرکت هدفمند، جهتدار و با انگیزه از مبدا به یک مقصد مشخص که مستقیماً بوسیله مسافر درک نمی‌شود. چنین رفتاری شامل تعاملات بین مسافر و محیط است. بطور معمول حرکت انسان در فضاهایی انجام می‌شود که نمی‌توان آنرا از یک دید ادراک نمود. در این راستا، نقشه‌های ادراکی محیط ابزار مفیدی برای بخاطر سپاری دانش مکانی می‌باشند. انسان به کمک داده‌های مکانی، راهیابی را انجام داده و مسیر حرکت خود را مشخص می‌کند. داده‌های مورد نیاز راهیابی را به سه دسته شاخصهای راهیابی، راه و داده‌های نمونه‌برداری شده که عمدتاً بصورت نقشه ارائه می‌شوند، تقسیم‌بندی کرده‌اند (Brenner and Elias, 2003).

شاخصهای راهیابی به عامل کمک می‌کنند تا مسیر را تشخیص داده و به کمک آن هدف مورد نظر را بیابد. هر شی یا ساختاری که محلی را نشان داده و بعنوان یک نقطه مرجع استفاده شود، شاخص مکانی شمرده شده، مفهوم آن عارضه‌ای متمایز یا برجسته در یک محیط وسیع و چشم انداز می‌باشد. بنابراین شاخص بودن یک عارضه مکانی خصوصیت نسبی است. شاخص‌های مکانی نقش مهمی هنگام پیمایش یک محیط ناآشنا ایفا می‌کنند. این موضوع هم برای فضاهای ساختار یافته مانند شبکه‌های خیابان و هم فضاهایی که ساختار شبکه‌ای واضحی ندارند مانند پارکهای عمومی، دانشگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو و... نیز صادق است. بنابراین، جمع‌آوری و مشارکت شاخص‌های راهیابی موجود در راستای یک مسیر یک عمل اساسی سیستم‌های ناوبری می‌باشد که هدف آنها فراهم آوردن آموزه‌های قابل اعتماد و کارا می‌باشد. انتخاب شاخصهای راهیابی مناسب به نوع راهیابی و کاربرد آن، پیاده یا سواره، بستگی دارد (Caduff and Timpf, 2002).

آنچه در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد تهیه نقشه ناوبری شهری با استفاده از شاخصهای مکانی موجود در مسیر جهت هدایت کاربر از مبدا به مقصد است. در این راستا شاخص‌های راهیابی موجود در منطقه مورد مطالعه بطور خودکار استخراج می‌شود. همچنین با در نظر گرفتن معیارها و پارامترهایی که در جنرالیزلیون و کارتوگرافی این نوع نقشه‌ها موثر است، به کمک شاخصهای استخراج شده، نقشه ناوبری منطقه مورد نظر ایجاد می‌شود.

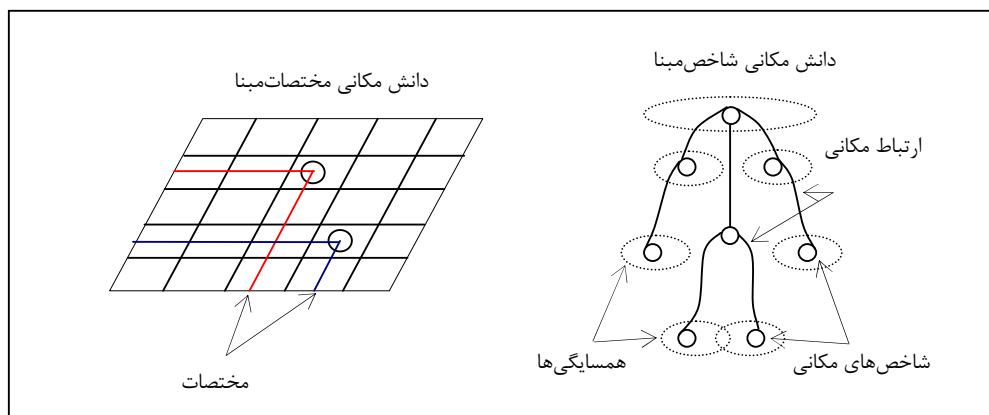
برای انتخاب اتوماتیک شاخصهای راهیابی به منابع داده مختلفی نیاز داریم. بر اساس طبیعت شاخصهای راهیابی، داده‌هایی که بتوان خصوصیات بصری، معنایی و ساختاری را از آن استخراج نمود، استفاده می‌شود. منابع داده مورد نیاز به شرح زیر است:

- نقشه ۱:۲۰۰۰ منطقه مورد نظر تا المان‌های هندسی و خصوصیات فیزیکی از آن استخراج شود.
- نقشه کاربری زمین در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ که در آن کاربری‌ها مشخص شده‌است.

۲. بحث

تا کنون سیستمهای مختلفی جهت هدایت کاربران در یک محیط نا آشنا ایجاد شده اند که یکی از مهمترین اجزاء آنها نقشه مورد استفاده در آنهاست. با این وجود، مطالعات چندانی پیرامون بعد شناختی این سیستمها و تلفیق اطلاعات ادراکی مانند شاخصهای راهیابی صورت نگرفته است. این حوزه، محققین زیادی را در علوم مختلف، مانند مهندسی نقشه برداری، عمران، علوم شناختی، جامعه شناسی و ... جلب خود نموده است. علت جذابیت این موضوع، آن است که رفتار مکانی افراد اغلب بر پایه تصویر ادراکی از فضا و نه ساختار فیزیکی واقعی آن است.

اهمیت شاخصهای مکانی در درک محیط در بسیاری از متون مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. تام و دنیس اطلاعات شاخص و خیابان را در جهت دهی مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که جهات توجیه شده بوسیله شاخصهای مکانی در بسیاری از موارد کارآتر است (Tom and Denis, 2003). میچن و دنیس پیرامون این بحث که در چه شرایطی استفاده از شاخصهای مکانی سودمندترین وسیله جهت دهی است تحقیق کرده- اند (Michon and Denis, 2005). اگرچه، اهمیت شاخصهای مکانی تنها به امر راهیابی محدود نمی شود، نیسر این نکته را خطر نشان می کند که نقشه های ادراکی ابزار مفیدی برای بخاطر سپاری دانش مکانی بشمار می آیند. در واقع، بیشتر دانش مکانی افراد از طریق شاخصهای راهیابی و دیگر اشیا مکانی خاص، نسبت به مختصات هندسی کسب می شود. این حالت بسیار متفاوت از ساختار داده های متداول است (Neisser, 1976). شکل ۱ دو مدل مختلف برای ذخیره داده های مکان مرجع را معرفی می کند:



شکل ۱: مدل های مختصات مینا و شاخص مینای فضای مکانی

در سمت چپ شکل ۱ یک مدل مختصات مینا معمول در سیستمهای اطلاعات مکانی رایج نشان داده شده است. شکل سمت راست یک مدل شاخص مینا را مطابق با دانش مکانی درک شده توسط افراد نشان می دهد. در این مدل شاخصهای راهیابی بوسیله ارتباطات مکانی تعریف می شود. ارتباطات شامل انواع رابطه های توپولوژی (مانند درون و همسایگی)، هندسی (مانند نزدیکی به و یا دوری از) و جهتی (مثل شمال و جنوب) می باشد.

موقعیت هر شاخص راهیابی نسبت به دیگر شاخص‌ها تعیین می‌گردد. شاخصهای راهیابی دارای همسایگی می‌باشند، که این مناطق همسایگی، به اندازه کافی نزدیک به شاخص در نظر گرفته می‌شوند.

براساس تئوری شاخصهای راهیابی سارو و هیرتل، روشهای مختلفی برای استخراج عوارض برجسته از پایگاه داده‌های موجود در غنی‌سازی آموزه‌های مسیر بر اساس شاخصهای راهیابی پیشنهاد شده است (Sorrow and Hirtle, 1999). رابل و وینتر معیارهایی را برای مشخص کردن برجستگی یک شاخص راهیابی بیان کردند (Raubal and Winter, 2002). مقادیر این اندازه‌گیری‌ها مربوط به فرضیه جهت تعریف و استخراج شاخصهای راهیابی، از پایگاه داده، مورد تست و ارزیابی قرار گرفتند. به این علت که نوع شاخصهای راهیابی بکارگرفته شده به نوع ناوبری بستگی دارد، آنها روشی را برای بررسی معیار اهمیت شاخصهای راهیابی برای حالت خاص ناوبری مورد بررسی قرار دادند. وینتر و همکاران اثبات کردند که تطابق با حالت‌های مختلف راهیابی بخوبی بوسیله وزنهای تعیین شده برای ویژگی‌ها تامین می‌شود. روش دیگری که بر اساس تئوری شاخصهای راهیابی سارو و هیرتل صورت گرفت، استخراج شاخصهای راهیابی از پایگاه داده‌های موجود بوسیله الیاس بود (Elias, 2003). تمرکز این کار بر روی روشهایی است که بطور اتوماتیک اشیا برجسته را با استفاده از فرایندهای کشف دانش و روشهای داده کاوی استخراج می‌کند. تزوکا و تاناکا استخراج اتوماتیک شاخصهای مکانی را از اسناد رقومی از شبکه جهانی اینترنت بیان نمودند. کاوش شبکه ابزار جدیدی را برای استخراج شاخصهای راهیابی فراهم می‌سازد. در این روش چگونگی بیان عوارض مکانی بجای چگونگی درک آنها توسط افراد بررسی می‌گردد (Tezuka and Yokota, 2005).

با توجه به تحقیقات موجود تا کنون، روش تحقیق، استخراج خودکار شاخصهای راهیابی با استفاده از کمی‌سازی ویژگیهای عوارض مکانی است. با استفاده از این ویژگیها امکان استخراج اتوماتیک شاخص‌های مکانی مناسب کاربر فراهم می‌گردد، بطوری که در هر نقطه تصمیم‌گیری بارزترین و معنی‌دارترین شاخص مکانی حاصل شود. از آنجایی که برجسته بودن یک شاخص مکانی به اهمیت و متمایز بودن آن محدود می‌شود. می‌توان مستقیماً تمایز بین توصیفات یک عارضه و توصیفات دیگر عوارض را ارزیابی کرد. یک شاخص راهیابی عمومی باید از دیگر عوارض متمایز باشد ولی محدودیت ما در شاخصهای راهیابی محلی، در نظر گرفتن عوارض برجسته در همسایگی‌های نزدیک است. بنابراین اولین گام در این مرحله تعیین همسایگی‌های محلی است. آسانترین روش محاسباتی برای یافتن بارزترین عارضه در یک همسایگی داده شده، در نظر گرفتن ماکزیمم اپراتور برای هر توصیف می‌باشد. این فرایند ضمانت یافتن یک شاخص راهیابی محلی را در هر مورد حتی اگر تفاوت از میانگین محلی کم باشد، ممکن می‌سازد.

برای چنین معیارهایی که پیوسته بوده و از توزیع نرمال پیروی می‌کنند، ارزیابی با تست فرضیه معنی دار بودن انحرافات از میانگین محلی خصوصیات بدست می‌آید. با فرض همگن بودن خصوصیات عوارض بصورت

محلی، می توان برای معیارهای تعریف شده توزیع نرمال در نظر گرفت. برای هر خصوصیت، تست توزیع نرمال در همسایگی محلی طبق جدول ۱ تعریف می شود.

جدول ۱: تست توزیع نرمال

نام تست	θ_1	θ_2	H_0	y	φ_y	فاصله اطمینان
Goodness of fit	μ مجهول	σ^2 مجهول	$\eta(\xi; \bar{l}, S^2)$	$\sum_{i=1}^n \frac{(a_i - e_i)^2}{e_i}$	$\chi^2(\xi; n-3)$	$0 < y < \xi_{\chi_{n-3, 1-\alpha}^2}$

که در آن:

$$l = (l_1, l_2, l_3, \dots, l_n)$$

$$\bar{l} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n l_i$$

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2$$

μ میانگین، σ^2 وریانس و χ^2 تابع تست کای اسکور است.

هر دو پارامتر میانگین و انحراف معیار وابسته به تعریف همسایه های محلی است. این تعریف مربوط به توانایی های ادراکی کاربران انسانی در حالت خاص سفر می باشد. مثلاً برای پیاده ها همسایگی کوچکتری نسبت به رانندگان استفاده می شود. پارامترهای توزیع یکبار اندازه گیری شده و تنها وقتی بروز می شوند که در محیط محلی تغییری ایجاد شود و این موضوع بندرت اتفاق می افتد.

بعلاوه، با فرض اینکه اشتباهاتی^۱ وجود دارد (که آنها را شاخص می نامیم)، با در نظر گرفتن پارامترهای محلی توزیع برای هر خصوصیت، توصیفات عارضه برای اختلافشان از میانگین تست می شوند.

فرضیه این است که توصیفات عارضه بصورت مشخص از میانگین محلی^۲ انحراف دارند. تست قابل انجام با توجه به اینکه میانگین و وریانس در ابتدا مجهول هستند، تست τ می باشد. جدول ۲ چگونگی انجام این تست را نشان می دهد.

در بررسی معیارها در هر همسایگی، مقادیری که در یک همسایگی تعریف شده، در نامساوی جدول ۲ واقع نمی شوند، اشتباه هستند. اگر فرضیه رد شود، توصیفات عارضه بسیار متفاوت تر از اطرافش نیست. اگر فرضیه

¹ Outlier

² Local mean

قبول شود، عارضه نسبت به آن ویژگی (معیار) تست شده، نوعی خصوصیت شاخص راهیابی را دارد. سطح معنی دار یا α ، پنج درصد در نظر گرفته شده است.

جدول ۲: تست اشتباه‌ها.

نام تست	θ_1	θ_2	H_0	y	φ_y
τ o Test	μ مجهول ل	σ^2 مجهول	$\eta(\xi; \bar{l}, S^2)$	$\frac{l - \bar{l}}{\sqrt{\frac{N-1}{N}} S}$	$\bar{l} - S \sqrt{\frac{N-1}{N}} \xi_{\frac{\alpha}{2}, N-1} < l < \bar{l} + S \sqrt{\frac{N-1}{N}} \xi_{\frac{\alpha}{2}, N-1}$

معیارهای فردی خصوصیات می‌توانند به یک معیار عمومی برجستگی شاخص راهیابی در یک مجموعه داده تبدیل شوند. در گام محاسباتی اول، برای هر عارضه، بردار ارزش خصوصیت تعیین می‌شود. سپس، برای هر عارضه و هر خصوصیت میانگین محلی و انحراف معیار محاسبه می‌شود. سه تایی ارزش، میانگین محلی و انحراف معیار مربوط به تست فرضیه می‌باشد که تعیین می‌نماید آیا مقدار ارزش قابل توجه است ($s=1$) یا خیر ($s=0$). بردار مقادیر معنی دار به تعداد خصوصیات موجود گروه بندی می‌شود. با تعیین وزن برای هر گروه و ضرب در بردار مقادیر معنی دار و سپس جمع آنها با یکدیگر، یک معیار کلی برای برجستگی عارضه محاسبه می‌شود. وزن‌های تعریف شده تطابق با (مد سفر) یا ترجیحات فردی کاربر دارد.

هدف از وزندهی معیارها، بیان اهمیت هر معیار نسبت به سایر معیارها است. معروفترین روشهای وزندهی، روش رتبه بندی^۳، روش نسبتی^۴، مقایسه زوجی^۵ و آنالیز مغایرت^۶ است. تفاوت آنها در مقدار دقت^۷، درجه آسانی، میزان درک تصمیم گیرندگان و مفاهیم پایه‌ای آن است. در این تحقیق جهت وزندهی معیارهای جذابیت، روش نسبتی مورد استفاده واقع شده است.

روش نسبتی نیازمند تخمین وزنها بر اساس یک مقیاس از پیش تعیین شده است. بعنوان مثال، مقیاس ۰ تا ۱۰۰ می‌تواند مورد استفاده واقع شود. یکی از آسانترین رویکردها^۸ در این حالت، رویکرد تخصیص نقطه‌ای^۹ است که در این روش تخصیص عدد ۰ تا ۱۰۰ به هر المان به گونه‌ای انجام می‌شود که جمع آنها در انتها مساوی عدد ۱۰۰ شود. اگر به معیاری عدد ۱۰۰ تخصیص داده شود یعنی کلیه معیارها حذف شده‌اند و فقط این معیار مورد توجه است و اگر عدد ۰ به المانی مربوط شود یعنی این معیار حذف شده است.

³ Ranking

⁴ Rating

⁵ Pairwise comparison

⁶ Trade-off analysis

⁷ Accuracy

⁸ Approach

⁹ Point allocation

رویگرد دیگر در روش نسبتی، فرایند برآورد نسبتی^{۱۰} است. این حالت تغییر یافته روش تخصیص نقطه‌ای می‌باشد. در این روش بزرگترین عدد و یا عبارتی عدد ۱۰۰ به مهمترین معیار مربوط می‌شود و بهمین ترتیب کلیه معیارها به نسبت اهمیتشان عددی از ۰ تا ۱۰۰ را اخذ می‌کنند. کمترین عدد به معیاری تخصیص می‌یابد که کمترین اهمیت را دارد. سپس عددی که به کم‌اهمیت‌ترین معیار مربوط شده است برای محاسبه نسبتها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین صورت که مقدار هر یک از معیارها به این عدد تقسیم می‌شود، یعنی، نسبت مساوی مقدار W_i/W^* است که در آن W^* کوچکترین عددی است که به معیارها تخصیص یافته و W_i عدد مربوط به هر معیار است. نهایتاً وزنها با تقسیم هر عدد به جمع کل نرمال می‌شوند بطوری که جمع کل آنها مساوی "یک" می‌شود. درحالی که Π پارامتر وجود داشته باشد، مجموعه وزنه‌های نرمال شده (W_1, W_2, \dots, W_n) از رابطه زیر، تبعیت می‌کنند.

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

روش وزندهی معیارها در این طرح فرایند برآورد نسبتی می‌باشد. زیرا این روش آسان‌تر بوده و برای کارشناسان قابل درک‌تر است. در این تحقیق، جهت وزندهی ویژگیهای شاخصهای مکانی از نظر کارشناسان با استفاده از طراحی پرسشنامه استفاده شد.

نهایتاً با بکارگیری روش ارائه شده شاخصها استخراج گردید. دستورالعمل تهیه نقشه راهیابی شامل مراحل جنرالیزه کردن، قرار دادن شاخصهای استخراج شده با سمبویژی خاص و گویاسازی آنها می‌باشد.

۳. نتیجه‌گیری

با استفاده از روش تحقیق مطرح‌شده در این مقاله می‌توان طی فرایندی خودکار به یک برآورد قابل اطمینان از شاخص‌های مکانی موثر در راهیابی در یک محیط شهری دست یافت. استفاده از نقشه‌راهیاب بر اساس دستورالعمل مطرح‌شده در این مقاله (شامل مسیرها، نقشه‌جنرالیزه‌شده و شاخص‌های مکانی در نقاط تصمیم‌گیری) تنوع اطلاعات موجود در آن را کاهش داده و با نمایش اطلاعات مکانی مرتبط با مسیر بر پایه درک طبیعی کاربر مسئله راهیابی را سریعتر حل می‌نماید.

۴. منابع

۱. ملک، (محمد رضا)، "یک چهارچوب منطقی برای تحلیل روابط توپولوژیک زمانمند اشیا متحرک در محیطهای همراه، با و بدون شرایط نایقینی" پایان‌نامه دکترای دانشکده فنی دانشگاه تهران، (۱۳۸۳).
۲. نیسانی سامانی، (نجمه)، دلاور، (محمودرضا) و ملک، (محمد رضا) "استخراج اتوماتیک شاخصهای راهیابی جهت حمایت از مدیریت بحران زمین لرزه. همایش فناوری اطلاعات مکانی" قطب علمی

¹⁰ Ratio estimation procedure

مهندسی نقشه‌برداری مقابله با سوانح طبیعی، دانشگاه تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور، لوح فشرده،
ص ۹، (۱۳۸۵).

3. Allen, G., 1999, Spatial abilities, cognitive maps, and wayfinding - bases for individual differences in spatial cognition and behavior. In: Golledge, R. (Ed.), *Wayfinding Behavior - Cognitive Mapping and Other Spatial Processes*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 46-80.
4. Brenner, C. and Elias, B., 2003, "Extracting landmarks for car navigation systems using existing GIS databases and laser scanning", *Proceeding ISPRS Workshop on Photogrammetric Image Analysis*, Munchen, Germany.
5. Caduff, D. and Timpf, S.(2002), "The Landmark Spider: Representing Landmark Knowledge for Wayfinding Tasks", *American Association for Artificial Intelligence*.
6. Elias, B., 2003, *Extracting landmarks with data mining methods*, *Spatial Information Theory: Foundations of Geographic Information Science*, Lecture Notes in Computer Science 2825, Springer-Verlag, pp. 375-389.
7. Golledge, R., 1999, Human wayfinding and cognitive maps. In: Golledge, R. (Ed.), *Wayfinding Behavior- Cognitive Mapping and Other Spatial Processes*, John Hopkins University Press, Baltimore, pp. 5-45.
8. Michon, P. E. and Denis, M., 2005, When and why are visual landmarks used in giving directions. D. R. Montello (Ed.), *Spatial Information Theory: Foundations of Geographic Information Science*, Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, pp. 292-305.
9. Neisser, U., 1976, *Cognition and reality: principles and implications of cognitive psychology*. W. H. Freeman and Company, San Francisco,
10. Raubal, M. and Winter, S., (2002), "Enriching Wayfinding instructions with local landmarks", Egenhofer, M. and Mark, D. (Eds.), *Geographic Information Science*, Lecture Notes in Computer Science 2478, Springer-Verlag, pp. 243-259.
11. Sorrows, M.; Hirtle, S., 1999, The Nature of landmarks for real and electronic spaces. In: Freksa, C.; Mark, D. (Eds.), *Spatial Information Theory*. Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, pp. 37-50.
12. Tezuka, T. and Yokota, Y., 2005, Landmark extraction: A web mining approach, *Geographic Information Science*, Lecture Notes in Computer Science 2478, Springer-Verlag, pp. 379-396.
13. Tom, A. and Denis, M., 2003, Referring to landmark or street information in route directions: what difference does it make?"; W.Kuhn, M. Worboys, and S. Timpf (Eds.), *Spatial Information Theory: Foundations of Geographic Information Science*, Lecture Notes in Computer Science 2825, Springer-Verlag, pp. 375-389.