هماهنگی بین عوامل کنترل سیگنال ترافیک (چراغ راهنمایی)
بر اساس Q-learning

Shahab.shamshirband {yahoo, Gmail}.com
Dr.M.Akbarzadeh
Dr.naghibzadeh

Islamic azad university of Mashhad

چکیده

تکنیک عامل ، تمرکز جدیدی بر هوش مصنوعی توزیعی (DAI) را موجب شده است و کاربرد آن در بسیاری از زمینه ها مطرح است . این تکنیک برای کنترل ترافیک شهری در این مقاله به کار می رود . عوامل کنترل سیگنال ترافیک واحد ، قدرت کنترل آن را با روش
Q-learning رشد می دهد. روش جدید ترافیک متوازی بازی و قوانین اجتماعی برای حل مسئله هماهنگی بین دو TSCAs پیشنهاد شده است . (عوامل کنترل سیگنال ترافیک) برای تست اثربخشی مکانیسم هماهنگی ، شبیه سازی ترافیک نمونه در MS C++ برنامه ریزی می شود. در این محیط شبیه سازی ، روش همراه با هماهنگی یا بدون هماهنگی دو تقاطع مورد بررسی قرار گرفت . نتایج نشان داده است که روش هماهنگی جدید در این مقاله موثر است .

واژگان کلیدی : عامل ، کنترل ترافیک ، یادگیری ، هماهنگی

The Coordination between Traffic Signal Control Agents Based on Q-Learning

Abstract - Agent technique constitutes a new focus of Distributed artificial intelligence (DAI) and its application has covered many areas. This technique is applied to urban traffic Control area in this paper. The single traffic signal control Agent improves its control ability with the Q-learning method.
A new method combining game theory and society rules was proposed to solve the problem of coordination between two TSCAs (Traffic Signal Control Agents). To test the efficiency of the coordination mechanism, a prototype traffic simulator was programmed in MS **C++.** In such a simulative Environment, the methods with and without coordination of Two crosses

were researched; the result indicates that the new coordination method proposed in this paper is effective.

Index Terms - Agent, Traffic Control, Q-leaming, Coordination

هماهنگی بین عوامل کنترل سیگنال ترافیک (چراغ راهنمایی) بر اساس Q-learning

چکیده

تکنیک عامل ، تمرکز جدیدی بر هوش مصنوعی توزیعی (DAI) را موجب شده است و کاربرد آن در بسیاری از زمینه ها مطرح است . این تکنیک برای کنترل ترافیک شهری در این مقاله به کار می رود . عوامل کنترل سیگنال ترافیک واحد ، قدرت کنترل آن را با روش Q-learning رشد می دهد . روش جدید ترافیک متوازی بازی و قوانین اجتماعی برای حل مسئله هماهنگی بین دو TSCAs پیشنهاد شده است . (عوامل کنترل سیگنال ترافیک) برای تست اثربخشی مکانیسم هماهنگی ، شبیه سازی ترافیک نمونه در MS C++ برنامه ریزی می شود. در این محیط شبیه سازی ، روش همراه با هماهنگی یا بدون هماهنگی دو تقاطع مورد بررسی قرار گرفت . نتایج نشان داده است که روش هماهنگی جدید در این مقاله موثر است .

واژگان کلیدی : عامل ، کنترل ترافیک ، یادگیری ، هماهنگی

۱- مقدمه

در دو دهه گذشته ، ازدحام ترافیک در بسیاری از کشورها مشکل حل نشدنی تلقی می شد . برای کاهش این ازدحام ، بسیاری از دولتها در توسعه زیر بناهای خود سرمایه گذاری کردند . اما رشد زیر بنا بسیار گران است . بنابراین زیر بنا موجود باید در دو دهه قبلی به کار می رفت ، ازدحام ترافیک مسئله عمده در بسیاری از کشورها بوده است . برای کاهش ازدحام ، بسیاری از دولتها در رشد زیر بناهای خود سرمایه گذاری کرده اند . اما رشد زیر بنا بسیار گران است .بنابراین ، زیر بنا موجود باید به طور موثری به کار رود . بررسی کنترل ترافیک جدید و استراتژی راهنمایی ترافیک ضروری است .

عامل نرم افزاری هوشمند ، برنامه کامپیوتری خودکار است که با کاربر انتهایی در وظایف مربوط به کامپیوتر تعامل دارد و به آن یاری می رساند [۱] . در هر عامل ، همیشه سطح ویژه ای از هوش وجود دارد . سطح هوش از نقش های از پیش تعیین شده و مسئولیتهای واحد یادگیری در تفاوت است . سیستم چند عاملی ، تجمعی از عوامل است که موضوع آن تجزیه سیستم بزرگ به چند سیستم کوچک است که با همدیگر در ارتباطند و به راحتی قابل رشد دادن هستند . شبیه سازی مبتنی بر عامل مدل هایی است که در آن واحدهای چندگانه به شرایط محیط محلی خود پاسخ می دهند و از رفتار سیستم پیچیده در مقیاس وسیع تقلید می کنند [۲] . سیستم ترافیک شهری ، سیستم بسیار پیچیده ای است که بسیاری از واحدها و رابطه بین آنها را شامل می شود که پیچیده است . بنابراین کاربرد MAS در شبیه سازی سیستم ترافیک مناسب و اثربخش است .

طبق توانایی آنها ، این عوامل را می توان به سه نوع تقسیم کرد :

(عامل واکنشی ، عامل شناختی و عامل ترکیبی) [۳] . عوامل واکنشی ، تصمیمات خود را در زمان اجرا بر اساس مقدار بسیار محدودی از اطلاعات و قوانین ساده عمل در موقعیت اتخاذ می کنند . عوامل شناختی ، نمایشی درونی از جهان خود هستند و حالت ذهنی واضحی وجود دارد که با شکلی از واکنش نمادین اصلاح می شود . در بعضی مواقع هر دو نوع توانایی واکنشی و شناختی ضروری است ، و این نوع عامل ، عامل ترکیبی است . به عنوان سیستم پیچیده ، انواع متفاوت عامل در شبیه سازی سیستم ترافیک شهری به کار می رود .

در این مقاله ، نوعی عامل کنترل سیگنال ترافیک در محیط شبیه سازی مبتنی بر عامل رشد می یابد . در استراتژی هماهنگی بین عوامل کنترل به طور مفصل ارائه می شود.

مدل عامل کنترل مبتنی بر Q-learning در بخش ۲ توضیح داده شده است . در بخش ۳ جزئیات مربوط به هماهنگی بین دو عامل کنترل ترافیک را نشان می دهد . در

بخش ۴ ، اثر بخشی استراتژی هماهنگی در سیستم شبیه سازی اثبات می شود ، سرانجام ، نتیجه این مقاله در بخش ۵ ارائه می شود.

۲- عامل کنترل سیگنال ترافیک (TSCA)

بر طبق تفاوت حوزه کنترل ، سه روش برای تشخیص عامل کنترل چراغ ترافیک وجود دارد :

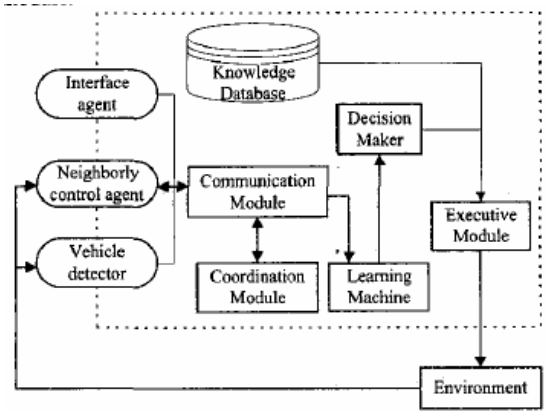
۱- هر عامل تنها بخشی از فاز تقاطع را کنترل می کند [۴] . در این موقعیت ، وقتی در یک شبکه جاده ، تقاطع زیادی وجود دارد ، تعداد عوامل زیاد می شود و در نتیجه ارتباطات و هماهنگی بین عوامل پیچیده تر می گردد .

۲- هر عامل همه فازهای تقاطع را کنترل می کند [۵و۶و۷] . عامل کنترل کننده از این نوع ، مزایای همه فازهای تقاطع را هماهنگ می کند . هماهنگی بین انواع تقاطعها به قوانین اجتماعی و تئوری بازی بستگی دارد .

۳- هر عامل ، ناحیهٔ تقاطع ها را کنترل می کند [۸]. جدا سازی ناحیه باید در ابتدا انجام شود و سپس به سختی تغییر می کند . کمبود این روش آن است که انعطاف پذیر نیست . ما عامل کنترل خود را بر اساس روش ۲ طراحی می کنیم . این مدل در شکل یک دیده می شود .

فرایند کنترل به شرح زیر است :

ابتدا آنکه شناسگر وسیله نقلیه و عوامل کنترل مجاور ، اطلاعات را به عامل ارسال می کنند . آنگاه بر اساس اطلاعات دریافتی ، تصمیمات اتخاذ می شود . سرانجام ، این تصمیم با مدلهای اجرایی به اجرا در می آید.



شکل یک : مدل عامل کنترل

یادگیری تقویتی به سیاستهای تصمیم متوالی در حال رشد در محیط مربوط است که باز خورد توضیحی حداقل را ارائه می دهد (خوب/بد یا ۱-/۱) که تنها در انتهای سیاست دریافت می شود.

ما از الگوریتم Q-learning استفاده می کنیم تا توانایی کنترل عامل کنترل چراغ ترافیک را رشد دهیم [۱۴] .

همه عوامل به صورت رشته اجرا می شود که فرایندهای سبک وزن هستند . عامل رابط به وسیله کاربر آغاز می شود . و سپس عامل رابط عوامل دیگر را آغاز می کند که مثل عامل منبع وسیله نقلیه و عامل بخش و غیره که بر اساس اهداف کار شبیه سازی است .

اعمال کنترل عامل کنترل چراغ ترافیک به شرح زیر است : حفظ یا تغییر ، حفظ به معنای «حفظ حالت اولیه چراغ تا فاصله بعدی» است «تغییر» به معنای تغییر حالت چراغ است . ما فرض می کنیم حالات چراغ تنها سبز یا قرمز باشد و زرد را حذف می کنیم .

در یادگیری تقویتی ، محیط باید ارزش پاداش را ارائه دهد که ارزیابی تصمیم عامل است . در این مقاله ، پاداش عامل کنترل ، نسبت تعداد وسائط نقلیه ای است که از چراغ سبز می گذرند به وسائط نقلیه ای که در پشت چراغ قرمز در طول فاصله تصمیم منتظرند .

Q- Value ، تابعی از عوامل اصلی موثر بر استراتژی کنترل است که شامل : کد فاز سبز (G) ، دوره چراغ سبز (D) ، جریان ترافیک فاز سبز (F) ، تعداد وسائط نقلیه ای که پشت چراغ قرمز ایستاده اند (W) و پیش بینی جریان ترافیک که ۵ دقیقه بعدی (P) می شود . آنگاه مقدار Q با تابع زیر تعیین می شود :

$$\hat{Q} = f((G,D,F,W,P),a,\theta)$$

که در آن (G,D,F,W,P) حالت ورودی ، a عمل انتخابی و θ بردار وزن شبکه عصبی است . احتمال انتخاب عمل a با تابع زیر تعیین می شود .

$$P_a = \frac{e^{Q(a)/\tau}}{\sum_{b=1}^{n} e^{Q(b)/\tau}}$$

که در آن n تعداد عمل ، $Q(a)$ ارزش ارزیابی عمل a ، τعدد مثبت به نام ضریب . هر چه ضریب بالاتر باشد ، هر عمل به اندازه میانگین انتخاب می شود .

۳- مکانیسم هماهنگ سازی

هماهنگ سازی که فرایندی است که عامل در مورد اعمال محلی خود و اعمال (پیشنهادی) برای حصول اطمینان از عمل ارتباطات در حالت منسجم استدلال می کند ، مسئله ای مهم در سیستم های چند عاملی است [۹] . هماهنگی فرایند پیچیده ای است که شامل چندین عامل است : تبادل اطلاعات محلی ، شناسایی تعاملات ، تصمیم در مورد اینکه هماهنگی انجام شود یا خیر ، پیشنهاد و تحلیل ، اصلاح و تشکیل تعهدات ، تسهیم نتایج و غیره . هماهنگی بین عوامل را به دو جنبه تقسیم می کنند : هماهنگی عینی و هماهنگی هدفمند . تمایز بین هماهنگی عینی و هماهنگی هدفمند نقش بنیادین در مهندسی سیستم های چند عاملی دارد . در رویکردهای عینی ، هماهنگی در نتیجه نظرات افراد در خصوص سازمان و جامعه ای که به آن متعلق است روی می دهد . رویکردهای هدفمند ، در عوض جدایی بین درک فردی هماهنگی و مسائل هماهنگی جهانی را موجب می شود و مدل سازی و شکل گیری فاصله تعامل مستقل واحدهای مستقل در تعامل را میسر می سازد [۱۰] .

سه روش برای هماهنگی سیستم های چند عاملی وجود دارد :

مکانیسم هماهنگی همراه با هر عامل فردی ، ساخت عامل ویژه ای که به عنوان هماهنگ ساز مرکزی عمل می کند و ترکیب دو روش . همه این راه حل ها دارای جنبه های بد و خوب هستند و بسیاری از تشخیص های ممکن در انواع محیط ها صورت می گیرد [۱۱] .

بر طبق عملکرد TSCA ، ما روش ترکیب را انتخاب کرده ایم . هماهنگی بین TSCAs به خودش وابسته است ، اما گاهی اوقات دستور العملی را از عامل مدیریت دریافت و اجرا می کند . مکانیسم هماهنگی بین TSCA ها بر اساس تئوری بازی است و قوانین اجتماعی و دانش را در بر می گیرد .

٤- اجرا

ما برنامه شبیه سازی ترافیک نمونه را برای تست اثربخشی مکانیسم هماهنگی که پیشنهاد داده ایم ساخته ایم . زبان برنامه ریزی به کار رفته برای ساخت شبیه سازی MSC++6 است .

الف) نمونه شبیه ساز

نمونه شبیه ساز برای اثبات اثر بخشی مکانیسم هماهنگی برنامه ریزی شده است که ما در این مقاله پیشنهاد داده ایم . محیط ترافیکی شامل این موارد است : جاده های دو بانده ، دو تقاطع عامل کنترل چراغ راهنمایی و وسائط نقلیه . دلیل اصلی که ما در اینجا به دو تقاطع اکتفا کردیم این است که پیچیدگی محاسباتی بیش از دو تا زیاد است و کار این مقاله فقط تحقیقی است . مطالعات بیشتر می باید در آینده برای شبیه سازی هماهنگی بین بیش از دو تقاطع انجام شود .

ترکیب این دو TSCA ها بر اساس تئوری بازی غیر صفر دو نفره است . این بازی به صورت $\Gamma = (\text{agentA}, \text{agentB}; A, B)$ توضیح داده می شود که A و B در آن ماتریس بازی عامل A و عامل B است . مجموع عمل TSCAs به این شرح است . تغییر یا حفظ . تغییر به معنای تغییر فاز ترافیک است ، حفظ به معنای حفظ فاز ترافیک است . مقدار مصرف ، مزایای اعضا با انواع عمل است . در این مقاله utility value به Q-Value تنظیم می شود . ماتریس بازی به شرح زیر است :

$$\begin{array}{c} \\ \text{agentA} \end{array} \begin{array}{c} \text{agentB} \\ \begin{array}{cc} \text{Change} & \text{Keep} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{Change} \\ \text{Keep} \end{array} \begin{bmatrix} (Q_A(C,C,) \;\; Q_B(C,C)) & ((Q_A(C,K) \;\; Q_B(C,K)) \\ (Q_A(K,C,) \;\; Q_B(K,C)) & ((Q_A(K,K) \;\; Q_B(K,K)) \end{bmatrix} \end{array}$$

و در آن مقدار $Q_A(C,C)$ ، utility value عامل Aاست و عامل A و عامل B هر دو عمل تغییر را انتخاب می کنند . $Q_B(C,C)$ utility value عامل B را نشان می دهد وقتی عامل A و عامل B هر دو عمل تغییر را انتخاب می کنند . باقی آن با معیار سنجش استنتاج می شود .

در این مقاله ، الگوریتمی برای حل مسائل هماهنگی به طور مستقیم به کار می رود و هیچ مذاکره ای به کار نمی رود . الگوریتم به شرح زیر است :

۱- طبق Q-value محاسبه utility value و ماتریس مصرف تعیین می شود .

۲- برای قضاوت اینکه آیا استراتژی وجود دارد ، اگر وجود داشته باشد ، TSCAs ها عمل خود را طبق آن انتخاب می کنند و فرایند هماهنگ سازی به پایان می رسد ، وگرنه مرحله ۳ اجرا می شود .

۳- ماکزیمم و می نیمم مقدار مصرف دو TSCAs $d(u^* v^*)$ را محاسبه کنید .

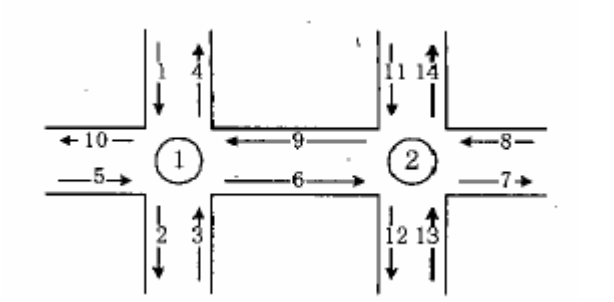
۴- راه حل pareto ، $(\overline{u}, \overline{v})$ را جستجو کنید .

۵- استراتژی هیبرید هر TSCA طبق $(\overline{u}, \overline{v})$ محاسبه کنید و عمل نهایی را انتخاب کنید .

این هماهنگی از سوی TSCA بر اساس تقاضا مطرح می گردد و اگر گیرنده نخواهد با دعوت کننده هماهنگ شود ، می تواند از تقاضا سرباز زند ، اگر می خواهد هماهنگ شود ، آنها ابتدا تعیین می کنند آیا قانون مناسب اجتماعی وجود دارد یا خیر ، اگر وجود دارد ، به کار برده می شود ، الگوریتم هماهنگی بر اساس تئوری بازی به کار می رود .

ب) نتایج و بحث و بررسی

شبکه جاده ای در شبیه ساز ، در شکل ۲ دیده می شود . بخشهای جاده این شبکه همه ۱۰۰۰ متر طول دارند . ما فرض می کنیم که دو فاز در دو تقاطع وجود دارد . همانند بخشهای ۱ ، ۳ ، ۵ ، ۸ ، ۱ ، ۱۳ درصد اتومبیل هایی که به سمت چپ می پیچند ۰/۱ است ، درصد اتومبیل هایی که سمت راست می پیچند، ۰/۱ درصد است و درصد مستقیم رفتن آنها ۰/۸ است .



شکل ۲ : شبکه جاده

هدف اصلی کنترل ، حفظ آزادی جریان ترافیک مسیر افقی است . مقدار پاداش در الگوریتم یادگیری Q به طور متفاوت و مطابق با فاز سبز تقاطع تعیین می شود . وقتی فاز عمودی سبز است ، مقدار پاداش ، خارج قسمت وسائط نقلیه ای اس که از چراغ سبز در طول دوره تصمیم می گذرند و زمان انتظار را افزایش چراغ قرمز در طول دوره تصمیم را نشان می دهد . یعنی:

$$\text{پاداش_عمودی} = \frac{\text{وسیله نقلیه ای که از سبز می گذرد}}{\text{افزایش زمان انتظار پشت چراغ قرمز}}$$

وقتی فاز افقی سبز است ، مقدار پاداش در ضریب α ضرب می شود که از یکی بیشتر است . یعنی:

$$\text{پاداش} - H = \alpha \times \frac{\text{وسایل نقلیه ای که از سبز می گذرند}}{\text{افزایش زمان انتظار و پشت چراغ قرمز}}$$

در این مقاله α ، برابر با ۱/۱ بر اساس تجربه است . با مقایسه TSCAدو عامل بیشتر در تابع مقدار Q دو تقاطع وجود دارد . یکی کد فاز سبز TSCA2 است (TSCA1) (G_1 یا G_2) و دیگری دوره TSCA2 (یا TSCA1,s) چراغ سبز (D_1 یا D_2) است . وقتی Q-value مثل TSCA1 با تابع زیر تعیین می شود :

$$\hat{Q} = f((G, D, F, W, P, G2, D2), a, \theta)$$

وقتی وسائط نقلیه منتظر در تقاطع زیاد باشند ، $TSCA_1$ تقاضای هماهنگی را به $TSCA_2$ مجاور ارسال می کند . در پیام هماهنگی ، ماتریس مصرف TSCA دیده می شود. فرض کند

حالت TSCA1 (۲۰ و ۱۰ و افزایش بیشتر و بیشتر و ۲۵ و ۱) باشد ، تقاضای هماهنگی را به TSCA2 ارسال می کند که حالت آن (۲۵ و ۲۱ و افزایش کمتر و بیشتر و ۲۰ و ۰) است . وقتی TSCA2 تقاضا را می گیرد ، به دنبال پایگاه داده قانون اجتماعی می گردد و هیچ قانون مناسبی را برای استفاده پیدا نمی کند . آنگاه مقدار مصرف را محاسبه می کند وقتی انواع عمل ماتریس بازی دارد . بعد از آن ، راه حل « Nash Equilibrium » را طبق الگوریتم محاسبه می کند . مطابق با راه حل موازنه ، اعمال TSCA1 و TSCA2 تعیین می شوند . سرانجام TSCA2 عمل را به TSCA1 می فرستد . برای اثبات اثربخشی مکانیسم هماهنگی این مقاله ، شبیه سازی با هماهنگی و بدون هماهنگی انجام می شود . بدون هماهنگی ، TSCA اعمال خود را به طور مجزا طبق یادگیری Qانتخاب می کند . اما TSCAs ها با همدیگر ارتباط دارند .

جدول یک نتیجه شبیه سازی را نشان می دهد .

از جدول یک ما می بینیم که مکانیسم هماهنگی در این مقاله مناسب است وقتی جریان ترافیک افقی بیش از مسیر عمودی است

۵- نتیجه گیری

مطالعه این مقاله نشان می دهد که یادگیری را می توان در کنترل چراغ راهنمایی به کار برد و مکانیسم هماهنگی بین دو TSCA زمانی موثر است که تنها دو تقاطع در شبکه جاده باشد . برای مناسب کردن مکانیسک تقاطع ، الگوریتم باید بهینه سازی شود تا زمان یادگیری TSCA کم شود.

نمونه شبیه ساز این مقاله تنها یک سیستم ابتدایی است برای کاملتر کردن و جهانی کردن شبیه سازی ترافیکی ، بسیاری از عوامل در کارهای بعدی باید رشد یابد.

جدول ۱ : مقایسه بین نتیجه با هماهنگی و بدون هماهنگی

فاصله بین وسائط نقلیه ای که به مسیرهای ۵ و ۸ رسیدند	فاصله بین وسائط نقلیه ای که به مسیرهای دیگر رسیدند	میزان جریان واقعی		زمان تاخیر میانگین	
		با هماهنگی	بدون هماهنگی	با هماهنگی	بدون هماهنگی
4	5	4878	4623	106.65	120.01
4	6	4010	3798	10034	113.55
4	7	3330	3222	91.26	100.45
4	8	3187	2969	88.67	94.77
5	5	4556	4490	96.89	100.23
5	6	3715	3567	93.56	96.11

6-تشکر و قدردانی

در اینجا از تمام کسانی که مرا در شبیه سازی و بهینه سازی این مقاله کمک کردند تشکر می کنم

جناب آقای دکتر اکبرزاده توتونچی

جناب آقای دکتر نقیب زاده

وجناب آقای مهندس اکرمی زاده

منابع

[1] Gary S.H. Tan, Kwork-Leong Hui, "Applying intelligent agent technology **as** the platform for simulatio?," Proceedings of **the** Simulation Symposium, **pp. 180-187, 1998.**

[2] Susan M. Sanchez, Thomas **W. Luces,** '!Exploring the world of agent- based simulations: simple models, **complex** analyses," Proceedings of **the** Simulation Conference, pp. **116-126,** December **2002**

[3] Shi Zhongzhi, The Advanced Artificial Intelligence. Beijing: Science Press, **1998,** Chapter **IO, pp. 223-226.**

[4] Pan Gu ***C*** Anthony B. Maddox, "A Framework for Distributed Reinforcement Leaming," Lechlre Notes in Artificial Intelligence **1042:** Adaptation and Leaming in Multi-Agent Systems, pp. **97-1 12, 1995.**

[5] Ana Lucia Cetertick Bazan, **"Traffic** Signal Coordination Based on Distributed Problem Solving," 7' IFACnFORS Symposium on Transportation Systems: Theory and Application of Advanced Technology, pp. **957-962,** Tianjin, China, **1994.**

[6] Danko A. Roozemond, "Intelligent Tmsport Systems: Autonomous Urban Traffic Conuol," **4'** World Congress an Intelligent Transport Systems, Berlin, Germany, **1997.**

[7] LIU Xiao-Ming, Wang Fei-Yue, "Study ofcity Area Traffic Coordination Control on Thhe Basis of Agent," F'roceedings of **the** IEEE lntelligent Transportation Systems Conference, pp. **758-761,** Singapore, September **2002.**

[8] Ossowaki Sascha, **Jose** Cuena, Ana
Garcia-Se", "A **Case** of Multiagent Decision Support: Using Autonomous Agents for Urban Traffic Control," Lecture Notes in Artificial Intelligence, **pp. 100-111,**
Vo1.1484, 1998.

[9] XiaoQin Zhang, Anita Raja, Barbara Lemer, et al. , Integrating High- Level and Detailed Agent Coordination into **a** Layered Architecture, Lecture Notes in Computer Science, **Springer-Verlag** eidelberg, **Vol.**
1887,2001, pp72-79

[10]Alessandro Rieci, Andrea Omicini, and Enrieo Denti, Objective **vs.** Subjective Coordination in Agent-Based Systems: A Case SNdy, Lecme Notes in Computer Science, **Vol. 2315, 2002,** Springer- **Verlag**
Heidelberg, **pp291-299**

[11] Wei Chen and Keith Decker, Developing Altcmative Mechanisms for Multiagent Coordination, Lecture Notes in Computer Science, **Vol. 2413.**
2002, Springer- **Verlag** Heidelberg, **pp63-76 2693**
[12١٣و١٤] A Distributed Approach for Coordination of Traffic Signal Agents (bazzan)

ANA L. C. BAZZAN bazzan@inf.ufrgs.br
Instituto de Informa´tica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CP 15064,
91.501-970 Porto Alegre, RS, Brazil