

معرفی فنی سامانه هوشمند کنترل چراغ

در سطح شبکه و محلی BALANCE



the mind of movement



محمود رئوفی، بهمن ۱۳۹۵

* استفاده از مطالب این بروشور فقط با ذکر نام منبع و نام نویسنده مجاز است

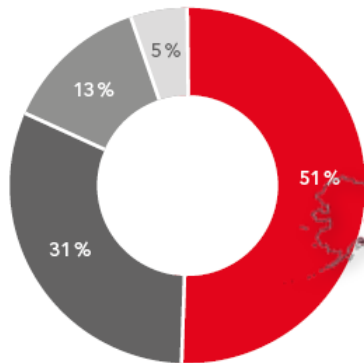
معرفی شرکت PTV

شرکت PTV مشاور بین المللی حمل و نقل و ترافیک و تولید کننده تخصصی سامانه های هوشمند حمل و نقل، نرم افزارهای مطالعات حمل و نقل و ترافیک و سامانه ها و نرم افزارهای برنامه ریزی حمل و نقل کالا است که در سال ۱۹۷۹ در کارلسروهه آلمان تاسیس شد. این شرکت اکنون مهمترین عرضه کننده محصولات یاد شده است به طوریکه بیش از ۲۸۰۰ سازمان و شرکت در ۱۲۰ کشور از محصولات آن استفاده می نمایند.



Revenue per division 2014

- PTV Group Logistics Software
- PTV Group Traffic Software
- PTV Group Research
- PTV Group Consulting



Dist. of Clients



PTV Headquarters Germany Karlsruhe (DE)

PTV North America Portland (OR, US)

PTV América Latina Mexico City (MX)

PTV North America Washington D.C. (US)

PTV Brasil São Paulo (BR)

PTV UK Birmingham (GB)

PTV Loxane France Logistics Paris-Cergy (FR)

PTV France Traffic Strasbourg & Lyon (FR)

PTV Benelux Utrecht (NL) | Ieper (BE)

PTV Nordics Gothenburg (SWE)

PTV Austria Vienna (AT)

PTV Italia Perugia & Bologna (IT)

PTV Sistema Rome (IT)

PTV Middle East Dubai (AE)

PTV Asia Pacific Hong Kong (HK)

PTV Asia Pacific Singapore (SG)

PTV China Shanghai (CN)

PTV Japan Tokyo (JP)

PTV Asia Pacific Sydney (AU)

PTV Africa Cape Town (ZA)

PTV Russia Moscow (RU) - in preparation

برخی از کارفرمایان این شرکت در زمینه مهندسی حمل و نقل عبارتند از :

- ▶ ARGUS City and Transport Planning
- ▶ Atkins
- ▶ ATM Autoritat del Transport Metropolità
- ▶ Beijing Transportation Research Center
- ▶ Berliner Verkehrsbetriebe (BVG)
- ▶ COWI A/S
- ▶ DB Network Mobility Logistics
- ▶ DLR - Transport Research Institute
- ▶ Dr. Brenner Ingenieurgesellschaft mbH
- ▶ Metro de Madrid, S.A.
- ▶ Metro de Medellín
- ▶ Metroul S.A.
- ▶ Mott Mac Donald Group Ltd.
- ▶ ÖBB-Personenverkehr AG
- ▶ SBB AG
- ▶ Siemens AG
- ▶ City of Catania
- ▶ City of Lublin

- ▶ City of Moscow
- ▶ City of Vienna
- ▶ City of Zurich
- ▶ Széchenyi István Egyetem
(Széchenyi István Universität)
- ▶ TEAM International S.à.r.l.
- ▶ Technical University of Munich
- ▶ TPS Transport Planning Service
- ▶ Trafikstyrelsen - Danish Transport Authority
- ▶ Transport for London
- ▶ TRANSyT Transport Research Center
- ▶ Ulaanbaatar City Traffic Control Center
- ▶ University of Stuttgart - Institute for Road and
Transport Science
- ▶ Association Stuttgart Region
- ▶ Vialis BV
- ▶ WSP Global Inc.

the mind of movement



PTV VISUM

Transport modelling and planning – large scale and local transport network development, demand modelling and public transport planning and operation, Mesoscopic simulation



PTV VISSIM

Microscopic and Mesoscopic traffic simulation covering all modes of transport and advanced pedestrian simulation



PTV VISWALK

Advanced microscopic pedestrian simulation for buildings, metro stations, passenger terminals and walking area



PTV VISTRO

Traffic study based on the HCM, traffic impact analysis, local and network signal optimization



PTV OPTIMA

Real-time traffic simulation, based on detailed transportation model (PTV Visum) fused with real-time data



PTV BALANCE

Real-time adaptive signal control, based on detailed transportation model (PTV Visum or PTV Optima) and real-time data, Genetic Algorithm or Hill Climbing optimization



PTV SAFETY

Database, advanced analysis and prediction tool for traffic accidents



PTV VISTAD

Central database and analysis system for traffic accidents



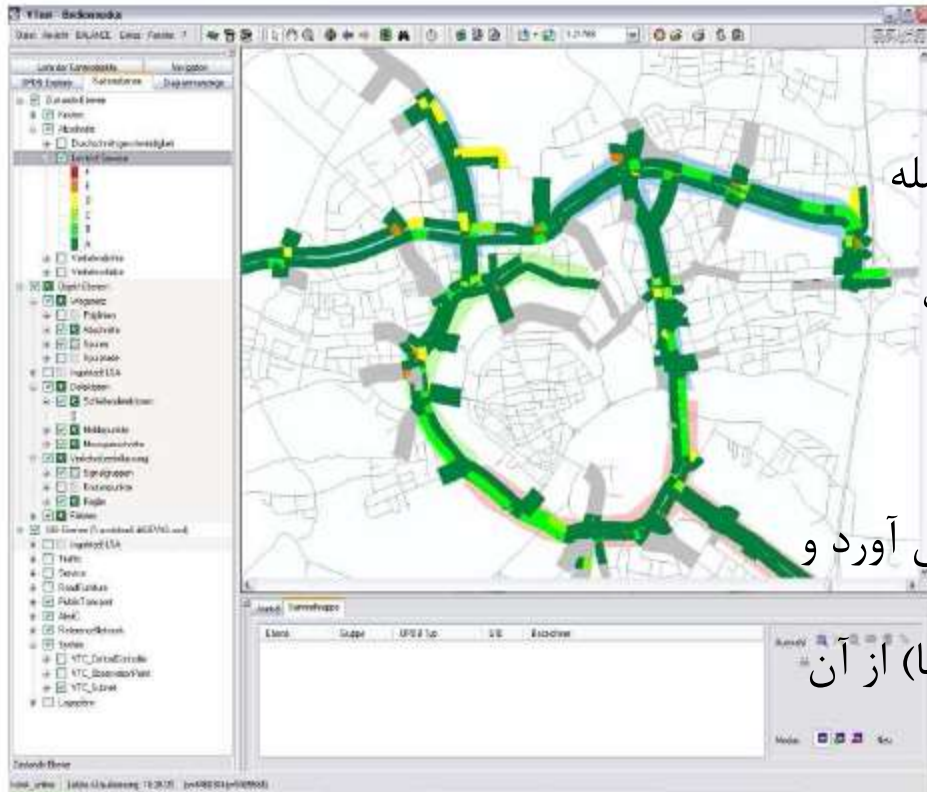
سامانه هوشمند کنترل چراغ در سطح شبکه و محلی

PTV | BALANCE

سامانه هوشمند کنترل چراغ راهنمایی که مدل مبنا است و برای بهینه سازی زمانبندی از الگوریتم ژنتیک یا هیل کلایمینگ استفاده می نماید و در تابع هدف خود به حمل و نقل همگانی، عابران پیاده و خودروهای شخصی وزنه‌های جداگانه می دهد.

بلنس مرکزی و بلنس محلی (اپیکس) در سال ۲۰۰۹

توسط همکاری شرکت PTV و دانشگاه فنی مونیخ ساخته شده اند.



بلنس که در مرکز کنترل ترافیک نصب می شود،

با استفاده از داده های شمارنده ها، سایر داده ها از جمله

مدل کلان حمل و نقل و یک مدل زنده جریان ترافیک

و یا با استفاده از خروجی های آپتیما،

وضعیت ترافیکی شبکه را به طور زنده به نمایش در می آورد و

اطلاعات کاملی (شامل تاخیر، تعداد توقف و طول صفها) از آن

ارائه می دهد.

Visualisation of the traffic situation

مدل مبنا بودن بلنس به آن امکان می دهد که در زمان از کار افتادن دیتکتورها؛ همچنان وضعیت تقاضا را بر اساس مدل دینامیک حمل و نقل که در آن است، برآورد نماید و در نتیجه برنامه صحیحی با توجه به تغییرات تقاضای زمان تنظیم نماید.

این در حالی است که برخی سامانه های قدیمی در چنین مواقعی از برنامه زمانبندی که در ساعات قبلی داشته اند استفاده می کنند.

این مدل مبنا بودن همچنین به بلنس امکان می دهد در صورت دریافت داده های اشتباه آنها را شناسایی و به کاربر گزارش دهد و در صورت نیاز آنها را به طور خودکار اصلاح می نماید.

این سامانه در هر ۵ (تا ۱۵) دقیقه در سطح شبکه (راهبردی)، برای ایجاد موج سبز و بهره برداری از حداکثر ظرفیت شبکه حمل و نقل، برنامه کلی چراغهای راهنمایی (ثابت و هوشمند) را متناسب با وضعیت ترافیک طراحی می نماید. سیستم بلنس با آپتیما هماهنگی کاملی دارد. به طوریکه برآوردهای مربوط به

وضعیت فعلی و پیش بینی های مربوط به وضعیت آینده که توسط آپتیما انجام می گیرند، می توانند به عنوان بخشی از ورودیهای بلنس به کار روند و همچنین سناریوی برتر انتخاب شده به وسیله آن سامانه، می تواند برای هماهنگی و تطبیق برنامه ریزی چراغهای شبکه به

حر' سرعت به بلنس منتقل گردد.

پس از تعیین برنامه کلی چراغها در سطح کلان توسط بلنس، ۳ امکان برای کنترل محلی چراغها وجود دارد:

- استفاده از اپیکس در جایی که تقاضا بالاست و یا نیاز به اولویت دهی به حمل و نقل همگانی هست
- استفاده از برنامه بلنس به عنوان یک برنامه سازگار با ترافیک که در هر ۵ دقیقه ثابت است
- استفاده از هر کنترل گر چراغ دیگر در سطح محلی

اپیکس نام دیگر سامانه کنترل چراغ محلی بلنس است

فرایند بهینه سازی در بلنس با استفاده از الگوریتم ژنتیک یا هیل کلایمینگ انجام می شود و

تابع هدف آن شامل جمع وزنی شاخصهای

تاخیر، طول صف و تعداد توقف برای دسترسی های هر تقاطع است و

خروجی آن مدت چرخه مشترک بین چراغهای مجاور و

همچنین مدت سبز و انحراف زمانی آن برای هر چراغ می باشد.

$$PI(x) = \sum_{sg \in SG} (a_{sg} W_{sg}(x) + \beta_{sg} L_{sg}(x) + \gamma_{sg} S_{sg}(x))$$

سیستم بلنس با هدف سازگاری با سامانه های نصب شده موجود طراحی شده است،

به طوریکه معمولا پوشش موجود شمارنده ها برای آن مناسب است.

اما بهترین نوع پوشش برای این سیستم،

وجود یک دیتکتور حلقه ای کوتاه در هر خط از معبر، در فاصله ۱۵ تا ۵۰ متری از تقاطع است.

لازم به توضیح است که ورودی هایی از تقاطع که دارای دیتکتور نیستند،

توسط بلنس با استفاده از داده های دیگر و مدل مبنای بلنس برآورد حجم می شوند.

معرفی اپیکس (سامانه کنترل چراغ محلی بلنس)

در فرایند تعیین برنامه کلی چراغها توسط بلنس، مدت هر فاز در

دو بازه ی ثابت و قابل تغییر

تعیین می شود.

وضعیت چراغ در بخش قابل تغییر هر فاز، می تواند توسط سطح محلی (عملیاتی) این سامانه که

سیستم چراغ هوشمند PTV EPICS یا اپیکس نام دارد، بازنگری و مجددا تعیین گردد.

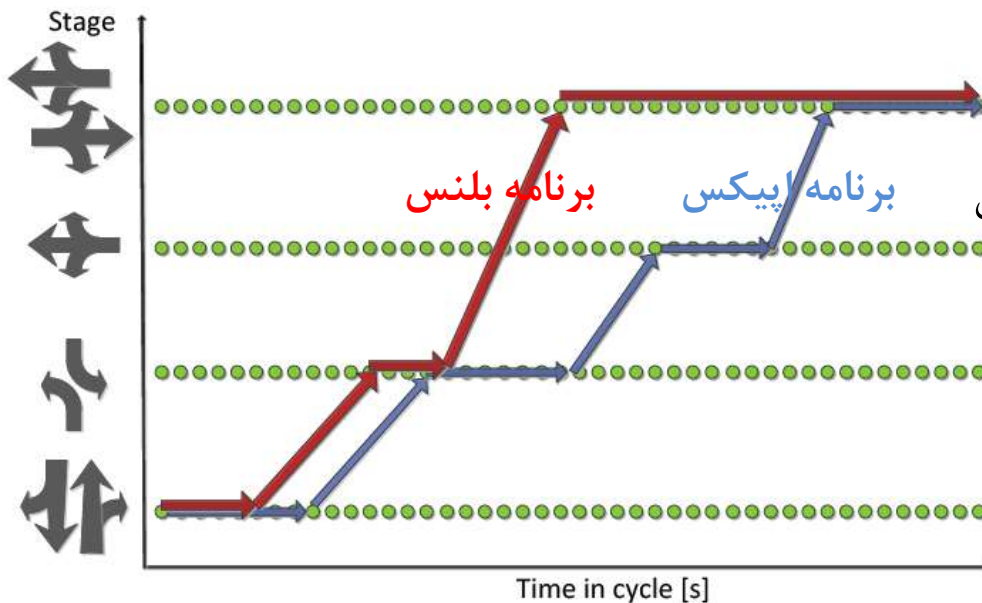
اپیکس چراغ هر تقاطع را به طور منفرد با توجه به

تغییرات کوتاه مدت ترافیک (در هر ثانیه) و

اولویت دهی به حمل و نقل همگانی

ضمن در نظر گرفتن خودروهای شخصی و عابران

برای ۱۰۰ ثانیه آینده تنظیم می کند.



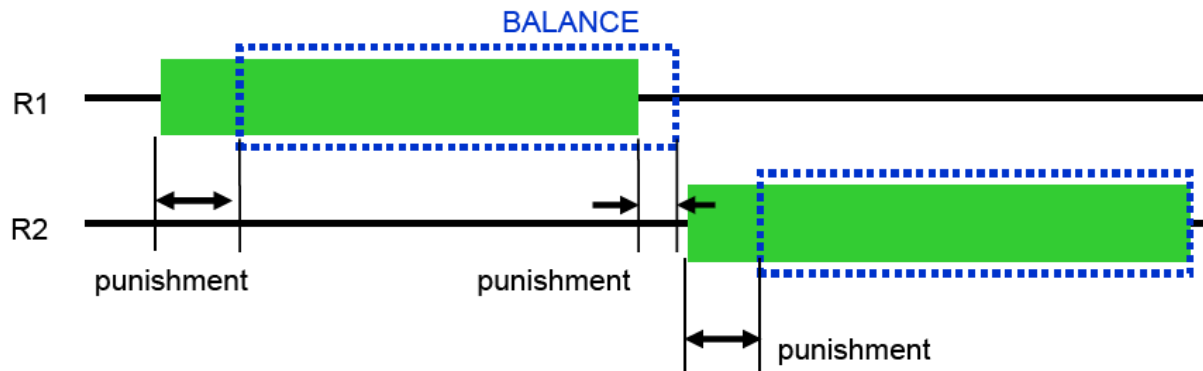
تابع هدف این بهینه سازی شامل جمع وزنی

تاخیر و تعداد توقف برای انواع تقاضا (حمل و نقل همگانی، عابران پیاده و خودروهای شخصی)

$$PI(sp) = \sum_{sg \in SG} \alpha_{sg} D_{sg}(sp) + \beta \Delta(ref, sp)$$

در هر یک از دسترسی های تقاطع است.

انحراف از برنامه کلان نیز جزئی از این تابع است.



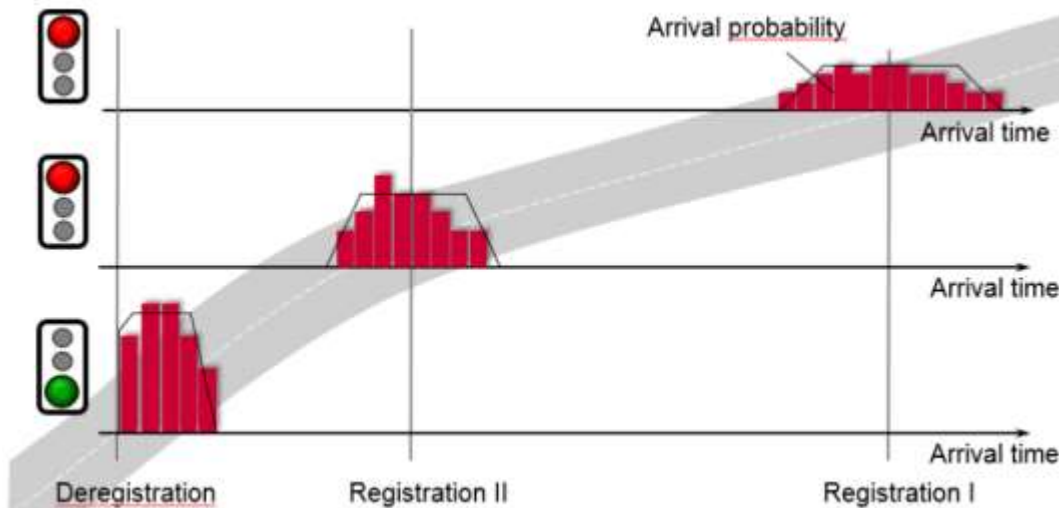
اپیکس با دیتکتورهای نصب شده در هر فاصله از تقاطع سازگار است.

اما بهترین نوع پوشش برای این سیستم،

وجود دیتکتور در فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متری از تقاطع است.

این سیستم همچنین می تواند از داده های دو یا چند دیتکتور در فواصل مختلف برای تدقیق برآوردها

استفاده نماید.



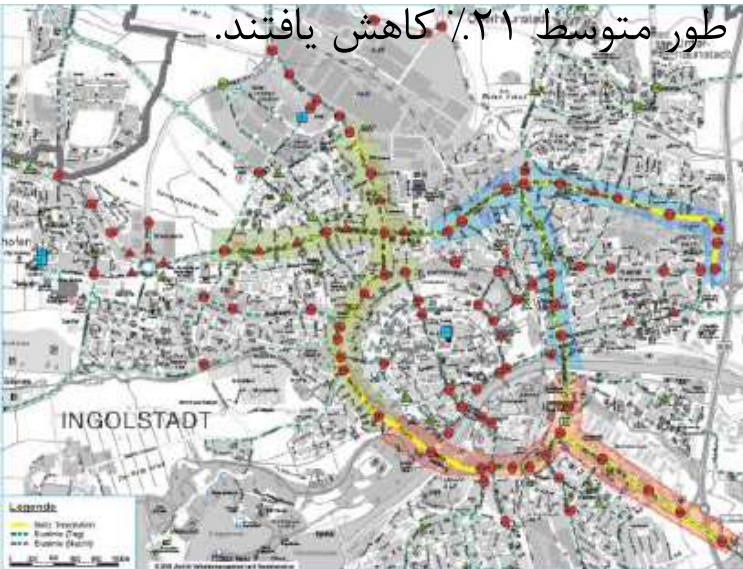
مجموعه بلنس و اپیکس پیش از بکارگیری میدانی، در ویزوم و ویسیم قابل شبیه سازی، اثرسنجی و

تنظیم است.

این مجموعه اکنون در شهرهای مختلفی از آلمان، اتریش و لهستان در حال کار می باشد.

در یک آزمون، این سامانه کنترل ۴۶ تقاطع چراغدار در یک شهر از آلمان را بر عهده گرفت. این تقاطعات

بخش مرکزی شهر را تشکیل می دادند. زمان توقفها در طول روز به طور متوسط ۲۱٪ کاهش یافتند.



Time period	Balance compared to conventional signal control
6:30 – 9:00	-19%
9:00 – 15:00	-9%
15:00 – 19:00	-32%
Daily average:	
6:30 – 19:00	-21%

Advantages for the City of Ingolstadt per year

700.000 liters less fuel consumption

1.600 tons of CO₂ less in the air

1 million Euros of economic savings

Road network in Ingolstadt equipped with Balance

the mind of movement

سامانه های قدیمی بر مبنای مدل حمل و نقل کار نمی کنند بلکه بر مبنای شبکه های عصبی هستند. در

نتیجه آن سامانه ها درکی از واقعیت های ترافیکی شبکه ندارند. به دلیل استفاده از شبکه های عصبی، آن

سامانه ها نیازمند گذر زمان تا آموزش دیدن شبکه عصبی هستند و در مواقعی که اتفاق غیرعادی در

شبکه رخ دهد، چون شبکه عصبی برای آن مورد آموزش ندیده است، واکنش مناسبی نشان نمی دهند.

سامانه های قدیمی بر الگوریتم بهینه سازی ندارند بلکه بر مبنای مجموعه ای از قواعد تصمیم می گیرند

که زمان سبز موجود را اضافه نمایند یا قطع کنند.

سامانه های قدیمی بر مبنای کاستن از تاخیر خودروهای شخصی کار می کنند.

در اغلب موارد اطلاعات کافی از چگونگی کارکرد و تصمیم گرفتن سامانه های قدیمی ارائه نشده است.

در جدول زیر نتایج مقایسه بلنس با یکی از سامانه های قدیمی که در ایران رایج بوده است مشاهده میگردد. مقایسه بر مبنای شبیه سازی مدل منطقه ای شامل سه تقاطع در ویسیم انجام شده است.

Performance Index	Scenario		Relative Difference (%)
	SCATS	BALANCE	
Speed (km/h)	25	30	19.05 ▲
Travel time (s)	120	95	-20.95 ▼
Delay (s/veh)	59	39	-34.36 ▼
Stops/veh	1.80	1.53	-15.15 ▼
Queue length (m)	48.9	25.7	-47.42 ▼
Fuel Consumption (US Gallon = 3.8 liters)	1417	1149	-18.92 ▼
BRT Total delay (s)	8576	3765	-56.10 ▼

* The formula for relative difference is (SCATS-BALANCE)/SCATS

** Fuel consumption is its sum over the 3 intersections and 100 m upstream

حرکت پایدار
مهندسان مشاور

طرح، مقصم

مهندسين مشاور

PTV GROUP
the mind of movement



Thank you for your
kind attention