

1. PROJE ÖZETİ

Proje Başlığı: Kent içi yol ağlarının modellenmesi, kalibrasyonu ve yeni bir mikrosimülatörün yaygın olarak kullanılan simülatörlerle karşılaştırılması

Proje Özeti

Kent içi ulaşımın kullanıcıların karayolu ağı üzerinde en az gecikmeyle yol aldığı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi amacıyla yapılan trafik yönetimi çalışmalarının ve kontrol yöntemlerinin trafik akımı üzerinde yaptığı etkilerin doğru değerlendirilmesi için öncelikle yol ağlarının yüksek doğrulukta modellenmesi gerekmektedir. Gerçeğe en yakın modellerin oluşturulabilmesinde temel adım modele ait parametrelerin tahmin edilmesidir. Belirtilen tahmin işlemi eksik bağ akımı verilerinin tamamlandığı ve hatalı ölçümlerin düzeltilmesiyle model kalibrasyonu ile sağlanmaktadır. Günümüzde, parametre belirlenmesi için tercih edilen yöntemler genellikle benzetim çalışmaları arasından saha gözlemlerinden gelen sonuçlara en uygun olanın seçilmesine dayanmaktadır. Ancak çok sayıda parametre kombinasyonuna karşılık çoğunlukla az sayıda ölçüm bulunduğundan sonuçların güvenilirliği tartışmaya açık bir konudur.

Önerilen proje kapsamında, yeterli sayıda ölçümün bulunmadığı durumlarda da kolaylıkla uygulanabilir bir karesel programlama (Quadratic Programming, QP) problemi temelli bir yöntem geliştirilecek ve PointQ isimli yeni bir mikrosimülatörün model kalibrasyonu gerçekleştirilecektir. Daha sonra ele alınan örnek bir ağın kalibrasyonu yapılacak ve geliştirilecek algoritma sayesinde eksik veriler tamamlanacak, böylece bütün parametreleri belirlenmiş bir model elde edilecektir. Belirlenen trafik ağına sabit zamanlı kontrol (Fixed Time Control, FT) yöntemi uygulanarak elde edilen benzetim sonuçları, Türkiye’de çok tercih edilen Vissim ve Aimsun programlarından aynı ağ için aynı kontrol yöntemi uygulanarak alınan sonuçlarla karşılaştırılacaktır. Yolculuk süreleri, bağ akımları, kavşaklardaki kuyruk uzunlukları gibi ağ başarım ölçütleri bahsedilen üç benzetim yazılımı için karşılaştırılacaktır. Son olarak kavşaklardaki kuyruk uzunluklarını ve gecikmeleri azaltmaya yönelik olarak proje kapsamında geliştirilecek bir yöntem sayesinde sabit zamanlı kontrol için trafik ışık süreleri ayarlanacaktır.

Bu çalışmada öne sürülen QP probleminde karar değişkenleri; bağ akımları, trafik ağına girişlerdeki talepler ve kavşaklardaki dönüş oranları (kavşağın bir kolundan gelen trafik hacminin yönlere dağılımı) olarak belirlenmiştir. Karesel maliyet fonksiyonunun argümanı ise bu değişkenlerin ölçülen değerlerinden sapması olarak seçilmiştir. Problemin çözümü bütün ölçülmeyen değişkenleri hesapladığı için tam belirlenmiş bir model sağlamaktadır. Elde edilen modelin benzetim sonuçları, yolculuk süreleri gibi sahadan gelen başka ölçümlerle karşılaştırılarak kalibrasyonun doğruluğu kontrol edilebilir. Bu projede, seçilen bir kent içi yol ağından alınan bağ akımı ölçümleri ve ağ üzerindeki ışıklı kavşaklara ait devre diyagramlarının bilgileri kullanılarak ağın kalibrasyonu gerçekleştirilecektir. Kalibre edilmiş modelin benzetim çalışmalarından belirli güzergâhlardaki yolculuk süreleri hesaplanarak gerçek zamanlı verilerle karşılaştırılacaktır. Son olarak, benzer bir formülasyon ile ele alınan trafik ağının taşıyabileceği en büyük araç sayısı sabit zamanlı kontrol ile zamanlama planı değiştirilerek bir doğrusal programlama problemi yöntemi ile hesaplanacaktır.

Benzetim çalışmalarında, art arda yer alan 4-5 ışıklı kavşak içeren bir ağ kullanılacaktır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile birlikte hayata geçirilen, İstanbul’un trafiğinin sürekli takip edildiği “Yıldız Teknik Üniversitesi Trafik Kontrol Merkezi” veri temin etmek için kullanılacaktır. 24 saat kamera görüntülerinin izlenebildiği ve kaydedilebildiği merkezde tez çalışmalarını yapmakta olan birçok öğrenci bu verilerin işlenmesi üzerine çalışmaktadır. Böylece buradan temin edilen veriler ve ticari bir firmadan alınan veriler kullanılarak kalibrasyon işlemi yapılacaktır.

Önerilen yöntemin özgün katkı sağlayacak olan özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Kent içi yollardaki kalibrasyon problemi, çok basit bir yazılım sayesinde sadece kavşaklara giren ve çıkan bağ akımlarının ölçülmesiyle oldukça hızlı bir şekilde çözülecektir. Bu sayede yapılan benzetim çalışmaları gerçekte daha fazla örtüşecektir.
- Yöntem sayesinde eksik olan trafik akımı verileri de hesaplanarak tamamen belirlenmiş bir model elde edilecektir.
- Benzer formüller kullanılarak hesaplanan trafik ışıkları planıyla bir kent içi yol ağındaki trafik kapasitesi artırılabilir ve kavşaklar arasındaki yolculuk süreleri düşürülebilecektir.
- Proje yürütücüsünün TUBİTAK desteği kapsamında¹ bir yıl dahil olduğu UC Berkeley PATH projesi² kapsamında geliştirilmekte olan PointQ isimli simülatör ülkemizde yaygın olarak kullanılan çok pahalı ve kullanıcıya müdahale imkânı sunmayan diğer simülatörlerle karşılaştırılacak ve elde edilen sonuçlar literatüre kazandırılacaktır.
- Proje kapsamında geliştirilen kalibrasyon yazılımı, PointQ simülatör yazılımına dahil edilebilecek ve simülatör aracı olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: PointQ simülatörü, kalibrasyon, sabit-zamanlı kontrol

Project Title: Modelling and calibrating arterial road networks, and comparing a new microsimulator with commonly used

¹ TUBİTAK 2219 Yurt dışı doktora sonrası araştırma bursu

² Partners for Advanced Transportation Technology (PATH), UC Berkeley

Project Summary

Modelling of the road networks and high-accuracy calibration are necessary in order to accurately assess the effects of traffic management efforts and traffic control methods, which are all employed to accomplish a smooth arterial transportation, upon the arterial traffic. The most essential step in establishing a realistic model depends on accurately estimating the model parameters, which involves completing the deficient data and correcting the erroneous measurements. These processes are accomplished during the model calibration. Nowadays, the most preferred methods in specifying the model parameters are generally based upon selecting the best fitting data to the field measurements out of the simulation tests. However, since there is a limited number of measurements compared to a large number of parameter combinations, the reliability of the result is a subject open to discussion.

Within the framework of this project proposal, a quadratic programming (QP) problem based method will be formulated, which is conveniently applicable in the cases where there is no sufficient number of measurements and the model calibration of a new arterial microsimulator, PointQ, will be achieved. Then, the calibration of an example network will be performed and the missing values will be filled in by the algorithm to be developed so that a fully specified model is achieved. The simulation results obtained by means of applying Fixed Time Control to the considered network will be compared with those coming from the mostly preferred commercial simulators in Turkey, namely, VISSIM and AIMSUN. Using the same network and control method on various different simulators will help us to assess the performance of the simulators. The variables such as travel times, link flows, queues at intersections will be compared for the aforementioned three simulators. Finally, using a method developed for the aim of reducing the queues and waiting times at the road intersections, the traffic light periods will be adjusted for Fixed Time Control.

In this study, decision variables of the QP problem are determined as link flows, demands at entry links and turn movements at intersections. The argument of the quadratic objective function is selected as the deviation of the decision variables from their measured values. The solution to the QP problem gives the estimate of all unmeasured variables and thereby yields a fully specified simulation model. The test results of this specified model can then be compared with other field measurements, such as travel times along the routes, to judge the reliability of the calibrated model. In this project, the measurements of link flows and timing plan information of an arterial will be used to illustrate the procedure. The travel times along the routes from the simulation of calibrated model will be compared with the real-time data. Lastly, the maximum traffic that can be accommodated in the arterial network will be determined by solving a linear programming problem, which re-calculates the timing plan of FT Control.

In the simulation studies, an arterial network with 4-5 consecutively signalized intersections will be used. "Yildiz Technical University Traffic Control Center", an advanced laboratory environment supported by Istanbul Municipality, where the local traffic in Istanbul is real-time monitored will be used to collect the data. In the center at which the cameras can be monitored through 24 hours and stored, many graduate students study on analysing the data. Therefore, the calibration process using the data collected from the center and those obtained from a company will be used in a comparison and the effectiveness of the proposed method will be demonstrated.

The contribution of the proposed project can be listed as below:

- Calibration problem of arterial networks will be solved easily by a simple program by measuring the entry and exit link flows in the signalized intersections. Thus, the simulation results will be more aligned with to real-time data.
- Formulating and solving the calibration problem yields the fully specified baseline model.
- The capacity of the arterial network would be increased and the travel times between the intersections would be decreased by the timing plan calculated by using a similar formulation with the calibration problem.
- The PointQ simulator being developed as a part of UC Berkeley PATH Project¹, to which the Project coordinator joined for a period of one year within the scope of TUBITAK support², will be compared to the expensive and black-box simulators which are widely used in Turkey. Then, the results will be used to make a contribution to the literature.
- The software developed within the project would be included to the PointQ simulator's software as a tool.

Keywords: PointQ simulator, calibration, Fixed-Time Control

¹ Partners for Advanced Transportation Technology (PATH), UC Berkeley

² TUBITAK 2219 Postdoc Fellowship Program