

Properties of dynamic user equilibrium solution

井料隆雅

均衡解の性質

- 均衡状態を何らかの、たとえば、Wardropの第1原理などの規準を用いて定義したとき、問題となるのは、
 - 均衡解は存在するか
 - 均衡解は一意的であるか
 - 均衡解は安定であるか
- そのほか、堅牢な解法があるかどうかとも問題となる。

あまり意識されていなかった理由

- 静的な交通流モデルであれば、これらの性質については肯定的な知見がある。
 - cf: Smith (1979), Smith (1984)
 - リンク間相互作用が対称であることが十分条件。
 - 時間帯方向の外部性は、一般には、対称な相互作用とはみなせないことに注意。

動的な交通流配分では？

- 均衡解の存在，一意性，安定性とも，一定の仮定の下での証明はされている。
- 一方で，いずれについても，否定的な結果を示す例(反例)が存在するので，それをかいつまんで紹介する。

存在しない(であろう)例

- 個人差がない出発時刻選択問題において，単位時間あたり早着した際のスケジュールコストが，時間価値よりも高いとき。
 - 会社よりも車の中で待っていた方がよいとき。
 - 実務的にはあまり興味がない状況なので，たいていの論文ではあらかじめ排除している (ex: Lindsey (2006))

唯一でない例

- Iryo (2011)
- Wardropの第1条件を記述する式が，最終的にSingularな連立方程式になる Iryo (forthcoming)

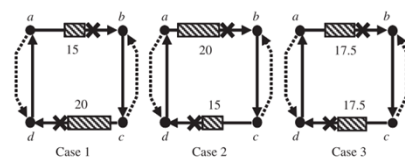
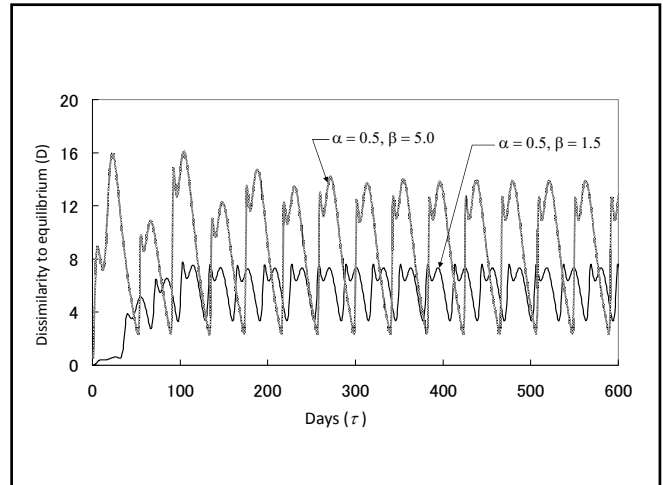
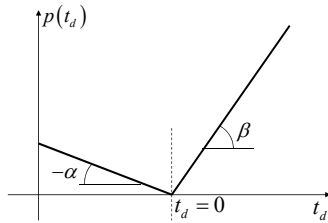


Fig. 10. Schematic view of link congestion patterns for Cases 1-3. Numbers indicate maximum travel times for links 1 and 3. Iryo (2011)

安定でない(と思われる)例

- 数値計算: Iryo (2008)
出発時刻選択問題に Smith Dynamics を用いた例



数値計算における問題

- ヒューリスティックな解法を使うのはよいが、収束は保証されるの？
- 数値計算において否定的な報告がある。
ex. Lo and Szeto (2002), Nie and Zhang (2009)

- Iryo, T. (2013). Properties of dynamic user equilibrium solution: existence, uniqueness, stability, and robust solution methodology. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, 1(1), 52–67.
- Smith, M. J. (1979). The existence, uniqueness and stability of traffic equilibria. *Transportation Research Part B*, 13(4), 295–304.
- Smith, M. J. (1984). The stability of a dynamic model of traffic assignment - an application of a method of Lyapunov. *Transportation Science*, 18(3), 245–252.
- Lindsey, R. (2004). Existence, uniqueness, and trip cost function properties of user equilibrium in the bottleneck model with multiple user classes. *Transportation Science*, 38(3), 293–314.
- Iryo, T. (2011). Multiple equilibria in a dynamic traffic network. *Transportation Research Part B*, 45(6), 867–879.
- Iryo, T. (2013). Investigating factors for existence of multiple equilibria in dynamic traffic network, *Networks and Spatial Economics*, forthcoming.
- Iryo, T. (2008). An analysis of instability in a departure time choice problem. *Journal of Advanced Transportation*, 42(3), 333–356.
- Lo, H. K., & Szeto, W. Y. (2002). A cell-based variational inequality formulation of the dynamic user optimal assignment problem. *Transportation Research Part B*, 36(5), 421–443.
- Nie, Y., and Zhang, M. H. (2009). Numerical solution procedures for the morning commute problem. *Mathematical and Computer Modelling*, 49, 1295–1310.