

IV-41

駐車待ち時間の情報システムに関する研究

北海道大学大学院 学生員 和田 俊行
北海道大学工学部 正 員 高橋 清
北海道大学工学部 正 員 五十嵐日出夫

1. はじめに

近年、札幌市においても都心部における交通問題が深刻化し、社会問題として総合的な取り組みが開始されている。特に駐車場問題に関しては、自動車交通量の増加とともに駐車需要が増加しており、駐車場の供給不足や駐車場利用の地区別偏りのために、駐車場の空き、待ち行列や駐車場探しのうろつき交通等による道路交通障害が発生し、深刻な都市問題となってきた。駐車場整備計画に関しては、駐車場をどのような形態にするかといったハード面と、実際の自動車の誘導等に関するソフト面の両面からのアプローチが必要である。前者において新たな駐車場建設を考えた場合、容積率の制限値近くまで、土地利用の高度化が進んでおり、さらに地価も高騰なことから地上での駐車場整備には限界が出てきている。一方後者を考えた場合、来年度から札幌市においても稼働しはじめる駐車場案内システムは、既存の駐車場を有効利用する上で効果的な方法である。このような事情から札幌市でも、地下空間の高度利用の観点から、地下駐車場整備への要望が高く、北1場通り（一般国道5号）や札幌駅北口等において地下駐車場整備計画が提案されている。さらに、複数の地下駐車場を地下道路で結び、ネットワークとして1つの駐車場のように機能させることも合わせて検討されている。そこで本研究では、他都市で既に稼働している駐車場案内システムにおける満空情報に加えて、待ち時間を提供することを考え、そのモデルを構築することを目的とする。

2. 駐車場問題の構造

駐車場周辺における渋滞の発生原因としては、「駐車場容量不足」が最も多く、ついで「駐車場待ちスペースの不足」、「進入部の右折レーンの未整備」等があげられる。これらの要因の関係を整理すると図-1

のようになる。

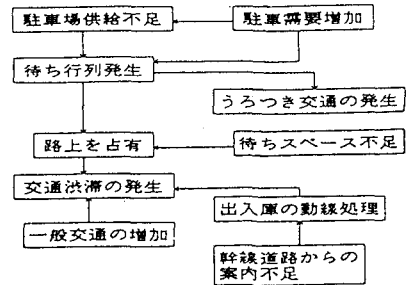


図-1 駐車場問題の構造

3. 駐車場案内システムの導入

3-1 情報システムフロー

本研究で扱う部分は、図-2において、駐車特性を把握した上での駐車行動のモデル化そして駐車行動の予測である。

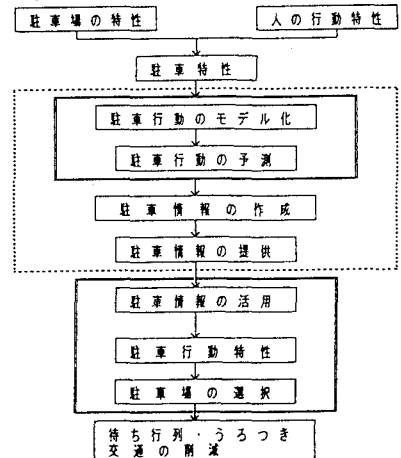


図-2 情報システムフロー

3-2 駐車場案内システムの効果

駐車場案内システムは、駐車場の利用者が多い都心部を対象に、周辺の市街地から進入する自動車に対して

対象地域内の駐車場の位置、満空情報を提供するものである。現在の一般的な駐車場案内システムは満空情報を提供するものがほとんどである。いくつかの研究例では、このような満空情報に加えてよりきめ細かな情報である空き台数や待ち時間といった情報をドライバーに提供することにより、駐車場のより一層の有効利用が実現できるとしている。朝倉他¹⁾は、駐車情報として満空、空き台数、待ち時間の各情報を組み合わせて与え、シミュレーションを行い、混雑がひどくない場合は「満空情報」が最も効果的で、次いで「待ち時間情報」、「空き台数情報」の順であるが、混雑が厳しくなると「待ち時間情報」と「満空情報」の順位が入れ替わることを示している。現行の駐車情報システムが提供しうる情報は「満空情報」が主体であるが、混雑時には利用者の不満が少なくない。今後札幌市においても地下駐車場のネットワークを構築する際には、この待ち時間情報等を含めた駐車場案内システムが必要となるのではないだろうか。

4. 駐車場利用状況

4-1 札幌市の駐車場利用実態

札幌市においては、対象地域が広いこと、対象駐車場が多いこと、特定の駐車場に集中しすぎる傾向が著しい等の駐車場利用者の特性がある。札幌市の行った調査では、平日は大通り周辺の大規模店舗が立地する地区に待ち行列がやや多く見られるだけであるが、休日にはその数や分布の広さが、平日をはるかに上回る。また休日は札幌駅のそばに立地する大規模店舗の周辺でも入庫待ち行列が発生する。駐車場別に入庫待ちの平均時間を見ると、平日は公共の独立駐車場で発生している程度で他は待っても1～2分程度である。一方休日入庫待ち時間を見ると公共の独立駐車場では平日とほとんど変わっていないが大規模店舗系の駐車場で大幅に長く、平均10分程度の入庫待ちをしている。目的別では、平日は目的による差はほとんど見られないが、休日は飲食・レジャー・観光等のその他が長く、ついで買い物目的となっている。時間帯別の駐車状況では、ピーク時は平日・休日とも午後2時ごろとなっており、平日は全容量の約81%、休日は約87%で休日のピークのほうが駐車率が高い。駐車状況の時間変動は平日がなだらかなピークをつくるのに対して、休日はやや突出している。駐車場の駐車状況だけをみると

ピーク時でも駐車容量に余力がある。

4-2 大通地下駐車場の駐車状況

本研究で対象とした駐車場は、①都心部であること、②容量が300台以上の規模であること、③地下駐車場であること、これらの点から、大通地下駐車場（オロハキグ）である。次に駐車状況を見ると、図-3、4から休日はおよそ10:00～17:00に、また平日では約10:00～15:00に満車状態が続いている。また、夏と冬で入庫状態分布はほぼ同じ分布である。さらに図-5、6から、夏では近隣の大規模店舗が開店する10:00前後に最も入庫台数が多いが、冬では入庫時刻が1時間前後遅れた分布になっている。また駐車時間（図-7）は休日が平日よりも長く、そのため休日の方が回転率が小さくなっている。また休日で、夏の方が冬よりも駐車時間が短い傾向となっている。なお、図-3から図-7で、夏の分布は7月、8月の休日・平日データのそれぞれの平均値、同様に冬の分布は1月、2月の休日・平日データのそれぞれの平均値である。

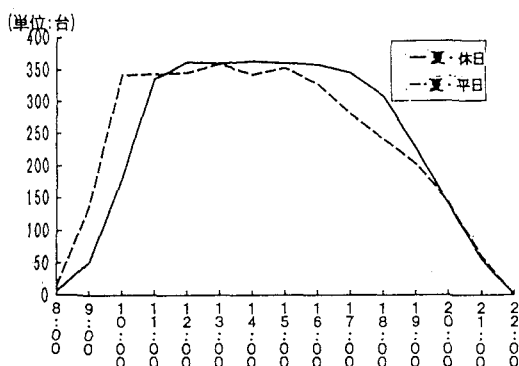


図-3 入庫状態(夏)

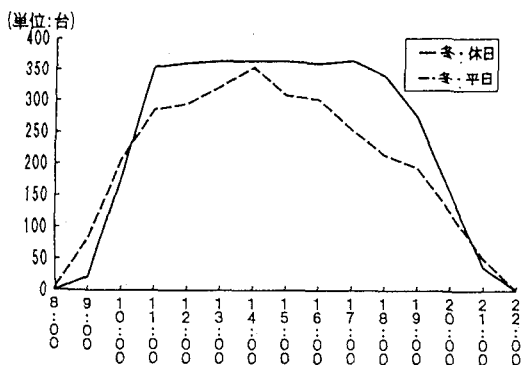


図-4 入庫状態(冬)

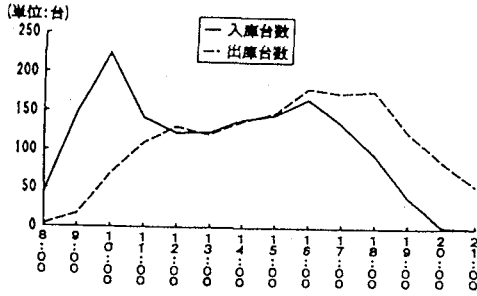


図-5 入出庫台数(夏)

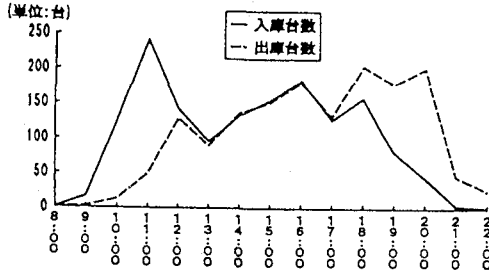


図-6 入出庫分布(冬)

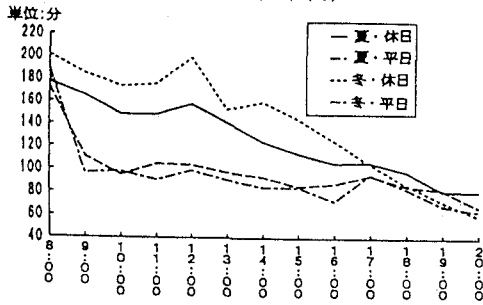


図-7 平均駐車時間

5. モデルの構築

5-1 待ち時間の算出

駐車待ち時間に関して一般的には i 時間帯において駐車可能台数 PP_i は式(1)で定義できる。ここで満車状態の時間帯を考えた場合 $P_{i-1} = P_{max}$ となるので i 時間帯の駐車可能台数 PP_i は式(1)に $P_{max} - P_{i-1} = 0$ を代入して、 $PP_i = \phi_i \cdot \Delta t$ となる。従って i 時間帯に発生する待ち行列台数は、同時間帯における到着量から出口ゲートからの流出量を差し引いたものとして定義できるので、(2)式となる。

$$PP_i = P_{max} - P_{i-1} + \phi_i \cdot \Delta t \quad (1)$$

$$W_i = (\lambda_i - \phi_i) \cdot \Delta t \quad (2)$$

$$T_i = \frac{W_i}{\phi_i} \quad (3)$$

PP_i : i 時間帯における駐車可能台数

P_{max} : 駐車容量

P_{i-1} : $(i-1)$ 時間帯における駐車台数

ϕ_i : i 時間帯における流出率

λ_i : i 時間帯における車の到着率

W_i : i 時間帯の待ち行列台数

T_i : i 時間帯の待ち時間

(3) 式より、待ち時間を算出する際の変数は、待ち行列台数と流出率(≒出庫率)であるが、(2) 式より、待ち行列台数は到着率を変数に含むため、待ち行列台数を10台、20台、30台……と設定して、流出率のみを待ち時間の変数とする。ここで10台ごとに待ち行列台数を設定した理由は、対象とした大通地下駐車場が、満車時間帯において約10台出庫するとそれに応じて10台入庫させるという方式をとっているためである。

5-2 NNモデル

NNモデルは図-8のようなニューロンモデルを複数個使い、図-9のようなネットワークを組むことで構成されている。ニューロンは入力信号に重みをつけて総和し、式(4)のシグモイド関数によって出力を決定するモデルである。またNNモデルは、出力と目標値との誤差を逆伝搬法で重みを変えることにより学習を行う。

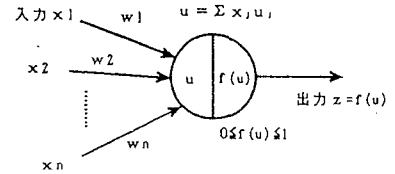


図-8 ニューロンモデル

$$f(x) = 1 / \{1 + \exp(-x)\} \quad (4)$$

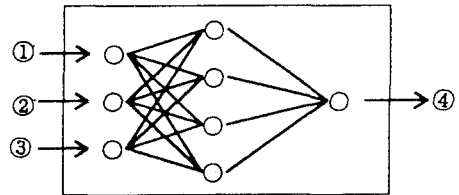


図-9 NNネットワーク構造

①前週 t 時の出庫台数

②前週 t 時と前週 $(t-1)$ 時の出庫台数の差

③当日 $(t-1)$ 時と前週 $(t-1)$ 時の出庫台数の差

④ t 時での出庫台数

5-3 NNモデルの適用

モデル構築の基本的な考え方は、過去の出庫台数分布をパターンとしてとらえ、それぞれの求める時間帯で

過去の時間帯の値を逐一修正するというものである。ニューラルネットワークモデルは論理的モデルの作成が困難な場合に適応でき、過去の研究例においてもその有効性が実証されている。本研究では、図-9に示す3層構造のネットワークを用い、入力指標として、①予測する日の前週7時の出庫台数、②前週時間帯と前週(t-1)時間帯との出庫台数の差、そして、③予測する日(t-1)時間帯と前週(t-1)時間帯との出庫台数の差を用いた。そしてNNモデルを自己組織化させる教師情報としても時間帯での出庫台数を用いた。データは札幌の特性を考慮して冬季の1月末から2月末(平成4年度)を用いた。2月2日、2月18日の満車時間帯において、出庫台数の現況再現性をNNモデルで行った結果が図-10と図-11である。NNモデルでの出庫台数実績値の再現性はかなり高い結果となり、出庫台数の予測においてNNモデルの適用可能性が大きいことが示された。なお学習回数は1000回とした。

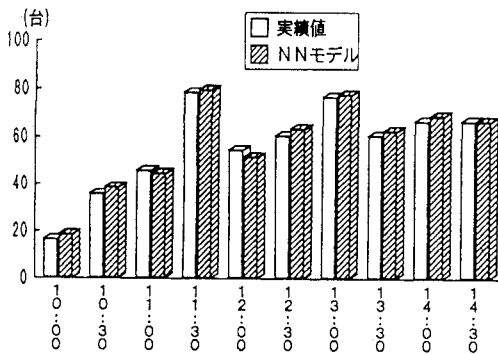


図-10 2/2 現況再現

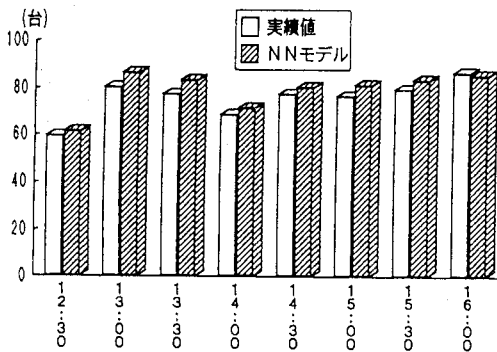


図-11 2/18 現況再現

6. 予想待ち時間の算出

現況再現の次の段階として2/23の出庫台数の予想を、NNモデルを使って1週間前の台数で逐一修正なが

ら行った(図-12)。さらに(3)式を用いて予想待ち時間を算出した。その際待ち行列台数を最も頻度の多い30台と40台に設定した。

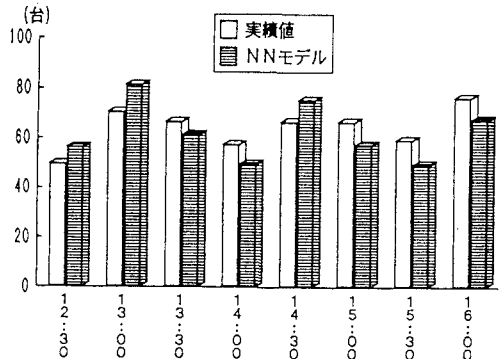


図-12 2/23 予想出庫台数

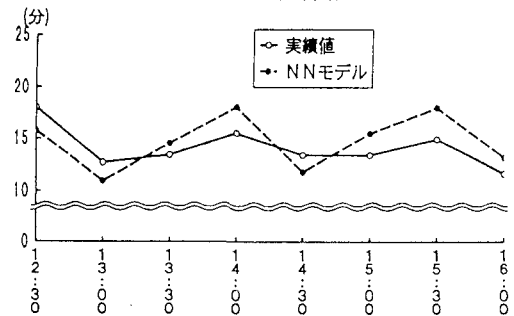


図-13 予想待ち時間(待ち台数30台)

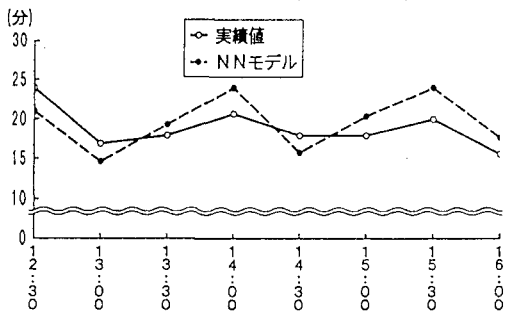


図-14 予想待ち時間(待ち台数40台)

7. おわりに

2/23の予想した出庫台数から、設定した待ち行列台数に対して算出した予想待ち時間(図-13, 14)の実績値からの誤差を見ると、最大で3分程度であり、実際の駐車場案内に活用できる範囲と考えられる。

参考文献

- 1) 朝倉康夫、柏谷増男、森智志、坂本志郎、交通情報提供の効果計測のためのモデル分析：駐車場を例に、土木計画学研究・講演集、1993年12月