

駅前駐輪スペースの人間流動モデル あなたはそれでも違法駐輪しますか

九州大学 脇山 宗也

図1に示すような駅前街区を2Dフィールド上に構成する。街区には駅、街路があり、自転車は駐輪場に停められるか街路に沿って違法駐輪されるとする。違法駐輪するスペースは複数ある。駐輪場に停めると駐輪料金 f [monetary unit] のコストがかかるが摘発の恐れはない。違法駐輪すると一定の確率で生起する警察の摘発に遭遇する場合(2Dフィールド上に警察エージェントが登場する)があり、摘発されると罰金 p [monetary unit] を科される。各エージェントの効用はこの金銭効用に加え、駐輪した場所に依存して決まる駅までの距離に応じた効用が加味される。すなわち、駅から最遠の違法駐輪

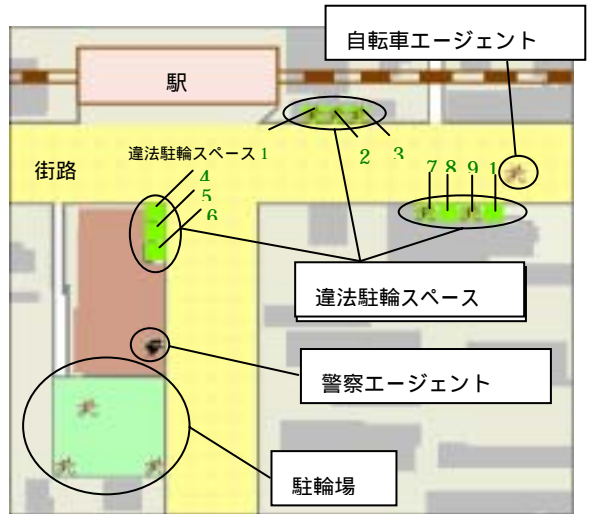


図1 2Dフィールド

スペースを基準に、この効用をゼロとすると、違法駐輪スペース j ($1 \leq j \leq k$) における駅までの距離 (l_j [m]) による効用は $\alpha \times (\text{Max}_m [l_m] - l_j)$ で表されると考える。 α は距離を金銭効用換算する係数である。

以上により、自転車エージェント i が場所 j ($j = 0$ なら駐輪場, $1 \leq j \leq k$ なら違法駐輪スペース) 駐輪の効用 $U_{i,j}$ は(1)式となる。

$$\begin{aligned}
 U_{i,j} &= \alpha \cdot (\text{Max}_m [l_m] - l_j) + p && (j (1 \leq j \leq k) \text{ に違法駐輪して警察に摘発されなかった場合}) \\
 &= \alpha \cdot (\text{Max}_m [l_m] - l_j) && (j (1 \leq j \leq k) \text{ に違法駐輪して警察に摘発された場合}) \\
 &= p - f && (\text{駐輪場 } (j = 0) \text{ に停めた場合})
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} U_{i,j} \\ &= \\ &= \end{aligned}} \right\} \dots (1)$$

2-2 自転車エージェントの意志決定と学習機構

自転車エージェントは警察エージェントがある一定確率(実際的にはある時間間隔で)で摘発キャンペーンを行い、その際には n 台の自転車が摘発されると言う事実を経験的に認知しているとする。摘発する n 台の決め方、すなわち警察エージェントの戦略は、当該時点で違法駐輪されている自転車から、ランダムに選ぶ、駅から近い方から n 台選ぶ、の2オプションを想定する(後述)。

自転車エージェントの行動は、駐輪場に停める、スペース j に違法駐輪するの $k+1$ 通りである。また、各自転車エージェントは、どこに停めるかの意志決定をするに際して、自分がもし違法駐輪スペースに停めるとすると、それが n 台目以上の自転車となる ($m=2$) か、否か ($m=1$) を情報として知り得るとする。摘発が入っても n 台だけしか捕まらず、捕まらなければ罰金も科されないことを知っているから、例えば、自分以外に違法駐輪している人がいなければ当該エージェントは違法駐輪を控えるだろうし、多数の違法駐輪自転車があれば自分も停めてしまおう(みんなで停めれば怖くない・・・もし摘発が入っても自分がしょっ引かれる確率は相対的に低くなる)との行動が観察される筈である。この自転車エージェントに関する情報入力 ($m=1,2$) に対する行動出力 ($j=0,1,\dots,k$) は、profit sharing でモデル化する。すなわち、自転車エージェント i がシミュレーションのある時間ステップで、情報入力 m を受けて j なる行動出力を為した場合、value table 中の V 値 $V(m, j)$ は(2)式で更新される。

$$V(m, j)_{t+\Delta t} = \tau \cdot V(m, j)_t + (1 - \tau) \cdot U_{i,j} \quad \dots(2)$$

τ は忘却率である。情報入力 m を受け、彼が為す行動出力 j を採る確率 $Prob_j$ はルーレット選択に基づき以下で与える。

$$Prob_j = \frac{V(m, j)}{\sum_i V(m, i)} \quad \dots(3)$$

結語

駅前放置自転車問題に関し、自転車と警察をエージェントとするシミュレーションモデルを構成した。自転車エージェントに関しては、駐輪場所で決まる駅までの距離と駐輪料金と罰金で決まる金銭効用を重畳した効用構造を仮定し、profit sharing による学習メカニズムを組み込んだ。

警察エージェントの戦略を変えながら、違法駐輪率、情報量および V 値の推移を解析し、plausible な学習エージェントが構成し得ていることを確認した。