

北海道大学工学部 野見山 尚志
北海道大学工学部 正 員 小野寺 雄輝
北海道大学工学部 正 員 中辻 隆

1. まえがき

近年急増している交通事故を未然に防ぐために有効な予防安全技術の開発が注目されている。そのために、人間の運転動作のモデル化は非常に重要である。人間の運転動作をモデル化することによって事故の防止、事故の再現、道路の線形設計、あるいは人間の運動特性をとらえることができる。

本研究では、既存の直線減速モデルについて運転歴の違い、夏期路面、冬期路面の違いを実車走行試験を行ってモデルの妥当性の評価を行った。

2. 直線減速モデル

本研究では、吉本¹⁾らが提案した予見追跡制御則に基づく積分制御を基本構造とした直線減速モデルを用いた。このモデルは、周りの車などの影響を全く受けずに運転者が前方に障害物を発見して、それに追突しないように停止するというものである。

減速方法は障害物の手前に安全に停止するために、障害物の状態を把握できる地点まで十分に減速する前半と、その後停止位置を決め、そこに停止するように車速制御をする後半に分けてモデルを作った。

2. 1 減速動作の前半

図1に示すように、現在の車速 V と加速度 a_x を維持したまま減速していき、減速動作が前半から後半に切り替わる速度偏差判断地点 D_v (m)に到達したときの車速を V_1 を予測する。そして運転者それぞれが持っている速度偏差判断地点において十分安全であると感じられる速度 V_s を求め、安全速度 V_s に対する予測速度 V_1 の偏差 e_v と速度偏差しきい値 e_{vmin} を比べて加速度を修正する。これを障害物との距離 D が切り替え距離 D_c 地点まで行われる。

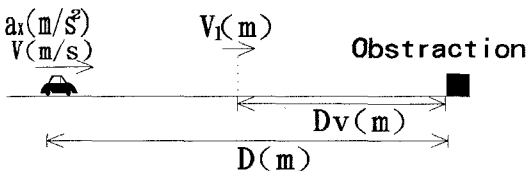


図1. 減速動作の前半

2. 2 減速動作の後半

減速動作の後半でも減速動作の前半と同様に考えて目標位置に対する予測位置の偏差に応じてブレーキ踏力の制御が行われる。すなわち図2に示すように運転者は障害物の手前 D_s (m)の地点に停止目標を定める。 D_s に対する予測停止距離 D_1 の偏差 e_d と距離偏差しきい値 e_{dmin} を比べて加速度を修正する。これを停止するまで繰り返す。

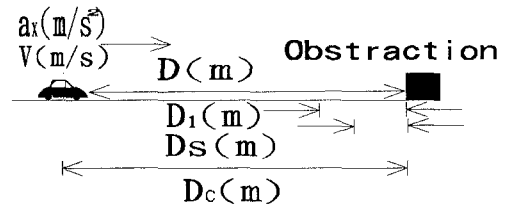


図2. 減速動作の後半

3. シミュレーションの結果

3. 1 パラメータの決定

まず、実験結果より運転者がそれぞれが持っているパラメータを求めた。安全速度 V_s は、障害物の手前に安全に停止するために、障害物の状態を把握できる地点での速度とし、速度偏差判断地点 D_v (m)は、減速動作が切り替わる地点とし、切り替え距離 D_c (m)は、障害物の状態を把握できる地点とした。（ここでは安全速度はすべて7m/sと仮定した。）

次に、実測値と推定値が偏差二乗和が最小になるように速度偏差しきい値ゲイン G_v 、距離偏差しきい値ゲイン G_d 、ブレーキゲイン G_B を求めた。図3は実際にシミュレーションで使用したパラメータであり、図4は被験者（熟練3人、一般4人）全員の平均をとったものである。

図3のドライバレベルの差は、速度偏差判断地点、切り替え距離ともに熟練ドライバーの方が一般ドライバーより若干障害物に近かった。また路面の違いでは、明らかに夏期路面の方が冬期路面より障害物に近かった。

図4よりパラメータによるドライバレベルの差は

ほとんどなく、路面の違いによる差もほとんど見られなかった。したがってモデルにおける感度の高いパラメータは安全速度、速度偏差判断距離、切り替え距離と思われる。

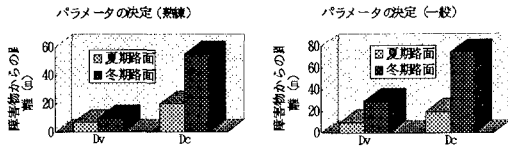


図3. パラメータの決定

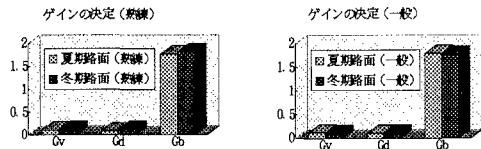


図4. ゲインの決定

3. 2実験結果とモデルの比較

図5、6は、60km/hで進入し100m先の障害物に衝突しないように停止する実験結果とモデルの比較を熟練ドライバー、一般ドライバーそして夏期、冬期路面で行ったものである。冬期路面のデータにばらつきがあるのは実験車に第五輪を設置し測定を行ったため冬期路面の凹凸が影響したものと思われる。

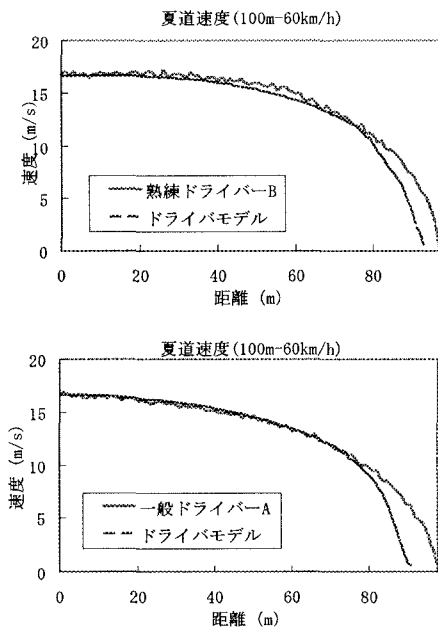


図5. 夏道（100m-60km/h）

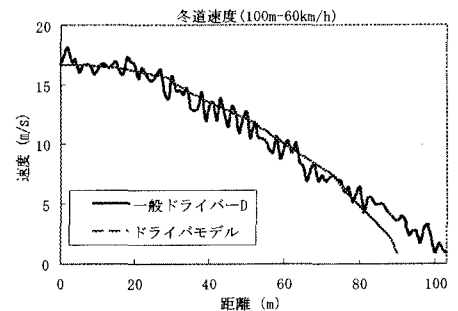
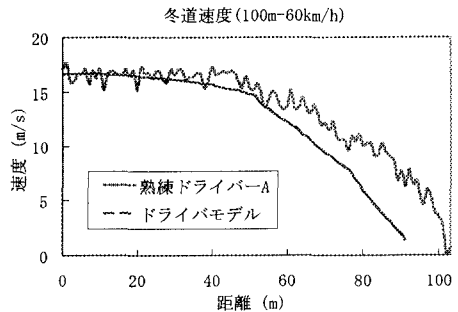


図6. 冬道（100m-60km/h）

前半の減速動作では夏期路面、冬期路面ともにほぼ再現できているが、夏期路面に比べ冬期路面の安全速度の推定が難しかったため、若干冬期路面の再現性が劣ったと思われる。

後半の減速動作は、夏期路面、冬期路面ともに再現性が低かったのは、切り替え距離を推定するブレーキ圧の結果が非常にばらつきがあったためと思われる。

4. 結論

この直線減速モデルでは、ドライバレベルの違い、路面の違いによって大きなずれは生じなかった。したがって感度の高いパラメータである安全速度、速度偏差判断距離、切り替え距離が正確に推定できれば、この直線減速モデルの再現性が高くなるであろう。

5. 参考文献

- (1)吉本他；自動車の運転における車速制御動作のモデリング，自動車技術会学術講演会前刷集 936 NO.9306552 p153-p156 1993
- (2)天野他；加減速を含むドライバモデルの研究，自動車技術会学術講演会前刷集 924 NO.924046 p185-p188 1992