

リアルタイム路面摩擦係数測定システムの実験的検討

1. 緒言

路面の環境は季節,天候によって変化している.しかし,ドライバーはその変化に気づくことができず,スリップによる車両事故が多発している.このような車両事故の対策として路面の状況をリアルタイムで検知し,路面摩擦が低下している場合にはドライバーに注意を促すようなシステムが有効であると考え.

そこで,本研究では GPS 信号から得られる情報から車両が旋回する際,路面摩擦を推定する方法を提案し,実車を用いて走行実験を行い,提案するシステムの有用性を検証した.

2. 路面摩擦測定原理

本研究は車両が旋回中,路面摩擦の検出を行うシステムの提案である.そこで,タイヤにかかる力に注目する.車両が旋回する際のタイヤの運動を図 1 を用いて説明する.タイヤの向いている方向とタイヤの移動方向に差が生じており,この差をスリップ角という.スリップ角が生じることによってタイヤの向きに直角方向に横力が発生する.この横力をタイヤの移動方向と直角方向に分解した力をコーナリングフォースといい,車両が旋回する力となる.

本システムの原理は,車両が旋回する際に生じる横力を 2通りの方法で求め,等値することによって推定する.タイヤの慣性力を無視できるものとし,従動輪を考えるものとする.

車両の運動から求める横力は,図 1 よりコーナリングフォースと車両からタイヤに与えられる遠心力が等しいと仮定する.よって,横力 F_{s1} は,

$$F_{s1} = mv^2/R\cos\beta \quad (1)$$

一方,タイヤのゴムの弾性変形から求める横力 F_{s2} は,タイヤへの荷重や歪む量を仮定し,路面摩擦の関数として次式で考えることができる.

$$F_{s2} = lG\tan\beta/2 \quad (2)$$

ただし, m はタイヤにかかる質量, v は走行速度, l はタイヤと路面の接地長さ, G はタイヤの弾性係数, s は滑り位置, β はスリップ角である.

式(1),式(2)を等値することにより,路面摩擦 μ を求める式が以下のように導出できる.

$$\mu = -\frac{Gl^3mv^2\sin\beta}{6m(2mv^2\cos\beta - Gl^2R\tan\beta)} \quad (3)$$

式(3)を用いることで路面摩擦を推定するが,以下の変数を検出する必要がある.変数は,旋回半径,走行速度,スリップ角であり,これらの変数はモデルなどから計算することが困難であり,実験的に求める必要がある.そこで,GPS コンパスを使用し,走行中の車両情報を測定する.

3. 実車を用いた走行実験

今回の報告は,提案したシステムの有用性を検討するため定常円旋回において路面摩擦の推定実験を行った.GPS コンパスを車両に取り付け,走行中の運動情報を得た.図 2 に GPS コンパスを装着した実験車両の外観,図 3 に取得した走行軌跡を示す.図 4 に推定した路面摩擦を示す.

図 4 は,速度を一定に保ちながら,タイヤ舵角を 30° に保つように走行したときの路面摩擦の結果である.一般的な路面摩擦は 0.7 であり,図 4 より今回推定した値は多くの誤差を含んでいることが考えられる.今後は測定値の補正法を考案し,精度の向上を試みる.

4. 結言

今回,リアルタイムで路面摩擦を推定するシステムを提案し,実車を用いて実験を行った.出力された値に誤差は多いものの安定してデータが取得でき,一般的な路面摩擦のオーダーと同じことを考えるとその有用性を示せたと考え.

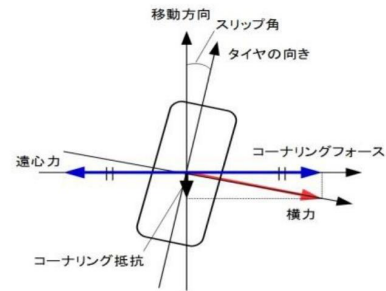


Fig.1 Various forces acting on tire



Fig.2 Photograph of GPS compass and car

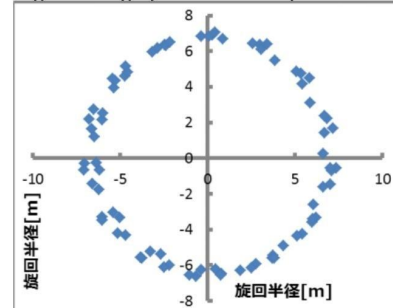


Fig.3 Locus of car movement

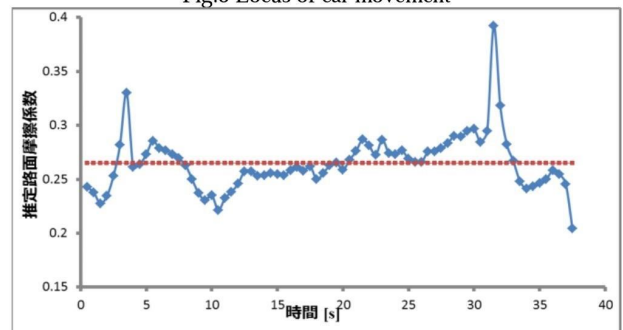


Fig.4 Result of estimation of tire-road friction

文献

- 酒井秀男, タイヤ工学, グランプリ出版
- 児玉迪弘, 岡宏一, リアルタイム路面摩擦係数測定システムの研究, 高知工科大学修士課程学位論文
- 林郁子, 中辻隆, 川村彰, 車両運動データを用いた滑り摩擦係数の逆推定に関する研究