

ОПРЕДЕЛЯНЕ РАДИУСА НА КРИВИНА ПРИ ЕКСПЕРТНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПЪТНО ТРАНСПОРТНО ПРОИЗШЕСТВИЕ

DETERMINATION OF THE CURVATURE RADIUS WHEN INVESTIGATING A ROAD TRAFFIC ACCIDENT

инж. Божидар Митев Илиев

инж. Добромир Димитров Валачев
ТУ-Габрово

Abstract

The paper considers a methodology for determining the curvature radius of a road section. The methodology can be applied in investigating curves of variable curvature radius. The equation of the curve in a selected coordinate system can be obtained by using a linear regression of general type or a polynomial regression. The methodology proposed could be used in automobile expert practices and jurisprudence when deciding road traffic accident cases.

Keywords: curvature radius, road accident

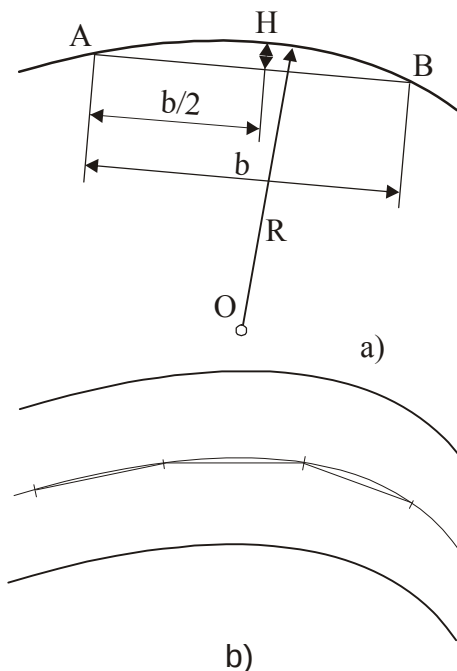
ВЪВЕДЕНИЕ

Често пътно транспортното произшествие (ПТП) протича в завой или непосредствено след него. В някои случаи се отлагат дълговидни следи от преплъзване на автомобилни гуми. При експертното изследване на ПТП е необходимо определянето на радиуса на кривина на пътния участък или отложените следи. За определяне на радиуса на кривина, найчесто се прилага метода на хордите - измерване по перпендикуляр на разстоянието от средата на хорда до дъгата на измерваната крива – “стрелка” фиг. 1, а).

Определянето на радиуса на кривина се извършва по следната формула

$$R = \frac{\left[\frac{b}{2}\right]^2 + h^2}{2h}, \quad m \quad (1)$$

За определяне геометрията на пътния участък е удобно измерванията да се извършват по разделителната линия.



Фиг. 1

Най често завоите или следите са с променлив радиус на кривина. В този случай се практикува радиусите да се определят чрез построяване на последователни хорди с дадена дължина – фиг. 1, б). Точността на определените по този начин радиуси зависи от дължината на приетите хорди. Повишава-

нето на точността при дискретното измерване може да стане чрез намаляване дължината на хордите, но тогава грешката на определените радиуси се увеличава.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Методика за определяне функцията на изменение на радиуса на кривина.

В повечето случаи геометрията на пътния участък или установените следи се дефинират от равнинни криви. При познато уравнение на кривата $y = f(x)$ радиуса на кривина се определя от

$$R = \frac{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}}{|y''|} \quad (2)$$

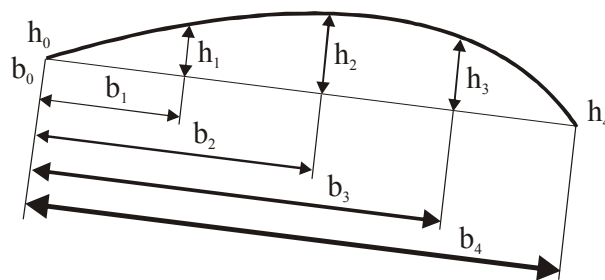
Получаването на уравнението на кривата в избрана координатна система е възможно чрез линейна регресия от общ вид или полиномиална регресия. За целта, при случаите на завой с променлив радиус или при отложени следи от гуми с дъговидна форма се измерват “стрелки” за разстояния на обща хорда – фиг. 2, а). Необходимо е фиксиране на спрямо ориентир или в избрана координатна система. В някои случаи е по удобно определяне на координатите на точки от кривата спрямо избрана декартова координатна система – Фиг. 2. б).

Решаването на задачата на регресията се заключава в получаването на функция $y = f(x)$, описваща съвкупността на обработваните данни по такъв начин, че тази функция да се приближава към множеството от изходни точки с най-малко средно квадратично отклонение.

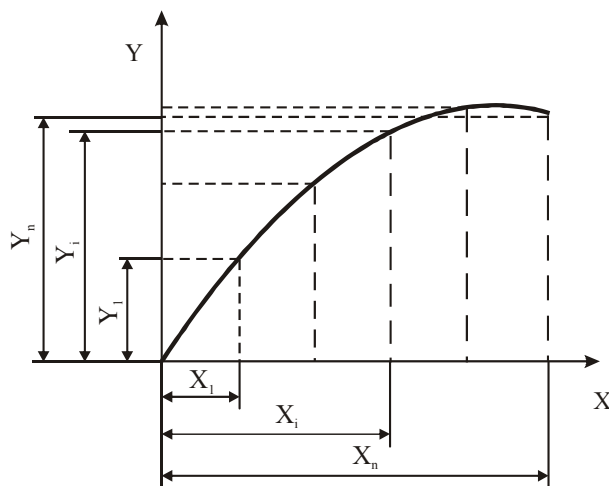
Решаването на линейна регресия в общ вид зададената съвкупност от точки се приближава към функцията от вида

$$F(x, K_1, K_2, \dots, K_n) = K_1 \cdot F_1(x) + K_2 \cdot F_2(x) + \dots + K_n \cdot F_n(x) \quad (3)$$

Функцията на регресията представлява линейна комбинация на функциите $F_1(x), F_2(x), \dots, F_n(x)$, като тези функции могат да бъдат и не линейни.



а)



б)

Фиг. 2.

За реализацията на линейната регресия в MATHCAD се използва функцията $linfit(VX, VY, F)$. Тази функция връща вектора на коефициентите на линейната регресия от общ вид K за които средно квадратичното отклонение за множеството на изходните точки се явява минимално. Координатите на изходните точки се съхраняват във векторите VX и VY . Вектора F трябва да съдържа функции $F_1(x), F_2(x), \dots, F_n(x)$, записани в символен вид.

За получаването на гладка крива търсената функция $y = f(x)$ е от вида на полином от втора степен $f(x) = k_1 + k_2 \cdot x + k_3 \cdot x^2$. Функциите на регресията са

$$F_1(x) = 1, \quad F_2(x) = x, \quad F_3(x) = x^2 \quad (3)$$

Пример:

При движение в праволинеен пътен участък лек автомобил загубва устойчивостта си на движение вследствие преминаване на предна гума през копка в асфалтовата

настилка. Водачът не успява да овладее автомобила и последния се отклонява надясно, като отлага следа от преплъзване на предна лява гума. При огледа на мястото на ПТП са измерени координатите на четири точки от следата в декартова координатна система - $M_1(0, 5,1)$, $M_2(4,0, 3,6)$, $M_3(7, 2,3)$, $M_4(10, 0)$. Десния край на пътното платно отстои на 3,8 метра от приетата ос “x”.

Въвеждане векторите на координатите на точките

$$VX := \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ 7 \\ 10,4 \end{pmatrix} \quad VY := \begin{pmatrix} 5,1 \\ 3,8 \\ 2,3 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Въвеждане вектора на функциите на регресия

$$F(x) := \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \end{pmatrix} \quad i = 0..3$$

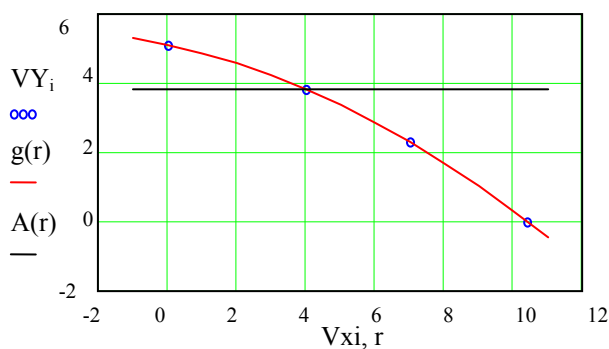
Въвеждане функцията определяща коефициентите на линейната регресия

$$K := \text{linfit}(VX, VY, F) \\ g(t) := F(t) \cdot K \quad t := -1, 0..11$$

Извеждане вектора на коефициентите на регресия

$$K = \begin{pmatrix} 5,098 \\ -0,218 \\ -0,026 \end{pmatrix}$$

Изчертаване графиките на следата от преплъзване и десен край пътното платно



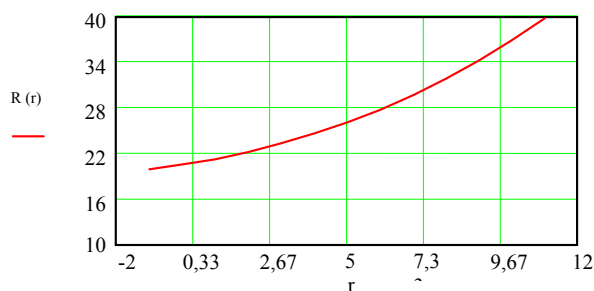
Фиг. 3.

Пресмятане първата и втора производна на функцията на кривата на следата. Определяне функцията на радиуса на кривина на следата:

$$Y_1(r) := \frac{d}{dr} g(r) \quad Y_2(r) := \frac{d^2}{dr^2} g(r)$$

$$R(r) := \frac{(1 + Y_1(r)^2)^{\frac{3}{2}}}{-Y_2(r)}$$

Изчертаване графиката на функцията на радиуса на кривина на следата и извеждане числени стойности на радиуса на кривина.



Фиг. 4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата работата се предлага методика за определяне на радиус на кривина на пътен участък или дъговидни следи от приплъзване от автомобилни гуми. Методиката е приложима при изследване на криви с променлив радиус на кривина. Изхождайки отсъществуващите методи за определяне

радиус на кривина, на база линейна регресия от общ вид или полиномиална регресия. Дефинирани са начините на измерване, определящи масива от изходни точки. Приведен е конкретен пример за определяне радиус на кривина на следа от преплъзване на автомобилна гума, разработен на програмнен продукт MATHCAD.

Анализите и резултатите в настоящата работа могат да бъдат използвани не само от автоекспертите, а също и от органите на дознанието, следствието, съда и адвокатския

състав, при решаване на процесни ПТП.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Байет, Р., Уотс, Р. Разследване на пътнотранспортни произшествия, ТЕХНИКА, София 1988.
- [2] Карапетков, С. Автотехническа експертиза, Технически университет-София 2005.
- [3] Дьяконов, В. MATHCAD 2000 Учебный курс, Юпитер 2000.
- [4] Плис, А. У., Сливина Н. А. MATHCAD 2000 математический практикум, Москва 2000.