

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 51105/2018

(22) Anmeldetag: 13.12.2018

(43) Veröffentlicht am: 15.06.2020

(51) Int. Cl.: G06K 9/62

(2006.01)

(71) Patentanmelder:
AIT Austrian Institute of Technology GmbH
1210 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Wildhack & Jellinek Patentanwälte OG
1030 Wien (AT)

(54) Verfahren zur Bestimmung von kritischen Straßenabschnitten für motorisierte Zweiräder

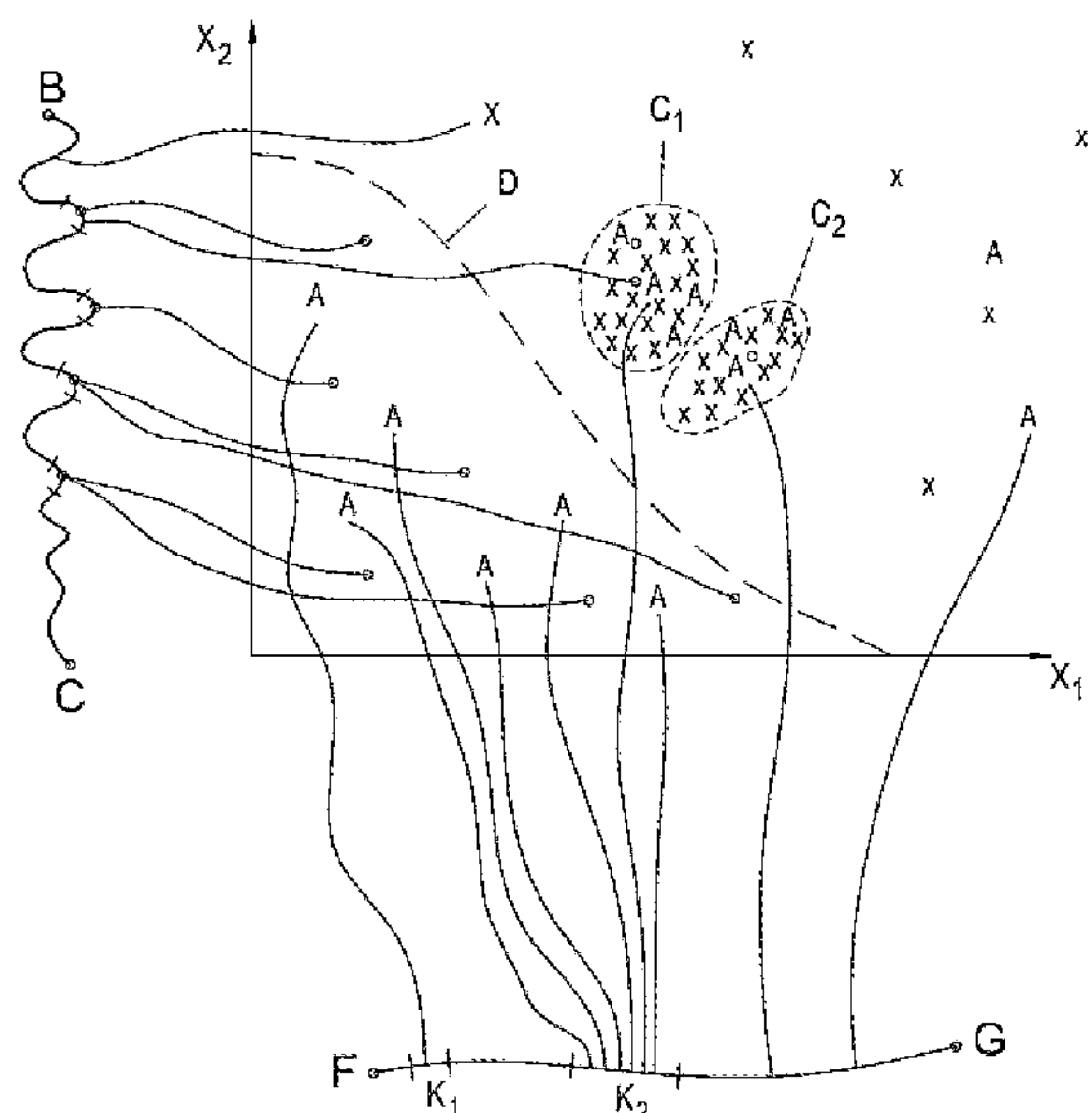
- (57) Verfahren zur Bestimmung von kritischen Straßenabschnitten (K; K₁, K₂) für motorisierte Zweiräder (1), insbesondere Motorräder, wobei
- a) eine Karte (M) verwendet wird, in denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle verzeichnet sind,

b) mittels eines motorisierten Zweirads (1) Testfahrten (F₁, F₂, F₃) vorgenommen werden, wobei zu einzelnen Zeitpunkten die geographische Position des Zweirads sowie Bewegungswerte, zB Beschleunigungsmesswerte (X₁), Winkelgeschwindigkeitsmesswerte (X₂), zeitliche Ableitungen dieser Messwerte und davon abgeleitete Werte, erfasst werden,

c) unter den ermittelten Daten aufgrund der Bewegungswerte ein Clustering vorgenommen wird und nach einem oder mehreren einen normalen Bewegungsablauf charakterisierenden Clustern (C₁, C₂) gesucht wird, die eine möglichst große Anzahl von Datensätzen enthalten,

d) mittels Diskriminanzanalyse eine zwischen kritischen und unkritischen Datensätzen diskriminierende Funktion abhängig von den Bewegungswerten der Datensätze gesucht wird,

e) diejenigen Straßenabschnitte, in denen Datensätze vorhanden sind, die entsprechend der Diskriminanzanalyse als kritische Datensätze erkannt wurden, als kritische Straßenabschnitte (K; K₁, K₂) identifiziert werden.



Zusammenfassung

Verfahren zur Bestimmung von kritischen Straßenabschnitten (K ; K_1 , K_2) für motorisierte Zweiräder (1), insbesondere Motorräder, wobei

a) eine Karte (M) von Streckenabschnitten zur Verfügung gestellt wird, in denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle von motorisierten Zweirädern verzeichnet sind,

b) jeweils mittels eines motorisierten Zweirads (1) Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) in den zu untersuchenden Straßenabschnitten vorgenommen werden,

- wobei jeweils zu einzelnen Zeitpunkten Datensätze erstellt werden, die die geographische Position des Zweirads sowie eine Anzahl von die Bewegung des Zweirads (1) charakterisierenden Bewegungswerten umfassen,

- wobei die einzelnen Bewegungswerte insbesondere festgelegt sind durch:

- Beschleunigungsmesswerte (X_1) nach einer oder mehrerer Raumrichtungen, vorzugsweise bezogen auf das Zweirad (1), und/oder
- Winkelgeschwindigkeitsmesswerte (X_2) des Zweirads (1), gemessen jeweils um Achsen, die vorzugsweise in Bezug auf das Zweirad (1) festgelegt sind, und/oder
- gegebenenfalls zeitliche Ableitungen dieser Messwerte, und/oder
- davon abgeleitete Werte,

c) unter den ermittelten Datensätzen aufgrund der Bewegungswerte ein Clustering vorgenommen wird und nach einem oder mehreren einen normalen Bewegungsablauf charakterisierenden Clustern (C_1 , C_2) gesucht wird, die eine möglichst große Anzahl von Datensätzen enthalten,

d) mittels Diskriminanzanalyse eine zwischen kritischen und unkritischen Datensätzen diskriminierende Funktion abhängig von den Bewegungswerten der Datensätze gesucht wird, die

- einzelne Datensätze, die aus geographischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte (M) einer Region mit einem Verkehrsunfall zugeordnet sind, als kritische Datensätze und

- einzelne weitere Datensätze, für die dies nicht zutrifft, als unkritische Datensätze,

voneinander zumindest im Mittel, insbesondere exakt, abgrenzt,

wobei die ermittelten Cluster (C_1 , C_2) oder daraus abgeleitete Werte für die Bildung der Diskriminanzfunktion (D) herangezogen werden, dass die in den Clustern (C_1 , C_2) enthaltenen Datensätze zumindest im Mittel durch die Diskriminanzfunktion (D) als unkritisch klassifiziert werden,

e) gegebenenfalls weitere Datensätze aufgrund weiterer Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) analog zu Schritt b) ermittelt werden, und

f) diejenigen Straßenabschnitte, in denen Datensätze oder gegebenenfalls weitere Datensätze vorhanden sind, die entsprechend der Diskriminanzanalyse als kritische Datensätze erkannt wurden, als kritische Straßenabschnitte (K ; K_1 , K_2) identifiziert werden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von kritischen Straßenabschnitten für motorisierte Zweiräder, insbesondere Motorräder, gemäß Patentanspruch 1.

Die Wahrscheinlichkeit, mit einem Motorrad zu verunglücken, ist nach wie vor um ein Vielfaches höher als mit einem PKW. Komplexe Fahrdynamik und Fahrphysik führen insbesondere bei ungeübten Motorradfahrern zu Fahrfehlern. Diese wiederum wirken sich naturgemäß bei einem Unfall mit einem Motorrad schwerwiegender aus, als bei einem PKW-Unfall, da eine schützende Karosserie bzw. Knautschzone bei einem Motorrad fehlen. Konzepte zur Vermeidung schwerer Motorradunfälle und zur Erhöhung der Sicherheit von Motorradfahrern sind daher wünschenswert.

Langjährige Unfallstatistiken belegen, dass sich Motorradunfälle in bestimmten Straßenabschnitten häufen, wo beispielsweise aufgrund der Straßenführung Gefahrenstellen für Motorradfahrer vorhanden sind. In diesem Zusammenhang ist es wünschenswert, Informationen für die Straßenerhalter bereitzustellen, sodass diese effizient, kostengünstig und nachhaltig derartige Gefahrenstellen entschärfen oder beseitigen können.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das auf einfache und zuverlässige Weise kritische Straßenabschnitte für motorisierte Zweiräder ermittelt.

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einem Verfahren zur Bestimmung von kritischen Straßenabschnitten für motorisierte Zweiräder, insbesondere Motorräder, gemäß Patentanspruch 1. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass

- a) eine Karte von Streckenabschnitten zur Verfügung gestellt wird, in denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle von motorisierten Zweirädern verzeichnet sind,
- b) jeweils mittels eines motorisierten Zweirads Testfahrten in den zu untersuchenden Straßenabschnitten vorgenommen werden,
 - wobei jeweils zu einzelnen Zeitpunkten Datensätze erstellt werden, die die geographische Position des Zweirads sowie eine Anzahl von die Bewegung des Zweirads charakterisierenden Bewegungswerten umfassen,
 - wobei die einzelnen Bewegungswerte insbesondere festgelegt sind durch:
 - Beschleunigungsmesswerte nach einer oder mehrerer Raumrichtungen, vorzugsweise bezogen auf das Zweirad, und/oder

- Winkelgeschwindigkeitsmesswerte des Zweirads, gemessen jeweils um Achsen, die vorzugsweise in Bezug auf das Zweirad festgelegt sind, und/oder
 - gegebenenfalls zeitliche Ableitungen dieser Messwerte, und/oder
 - davon abgeleitete Werte,
- c) unter den ermittelten Datensätzen aufgrund der Bewegungswerte ein Clustering vorgenommen wird und nach einem oder mehreren einen normalen Bewegungsablauf charakterisierenden Clustern gesucht wird, die eine möglichst große Anzahl von Datensätzen enthalten,
- d) mittels Diskriminanzanalyse eine zwischen kritischen und unkritischen Datensätzen diskriminierende Funktion abhängig von den Bewegungswerten der Datensätze gesucht wird, die
- einzelne Datensätze, die aus geographischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte einer Region mit einem Verkehrsunfall zugeordnet sind, als kritische Datensätze und
 - einzelne weitere Datensätze, für die dies nicht zutrifft, als unkritische Datensätze, voneinander zumindest im Mittel, insbesondere exakt, abgrenzt,
- wobei die ermittelten Cluster oder daraus abgeleitete Werte für die Bildung der Diskriminanzfunktion herangezogen werden, dass die in den Clustern enthaltenen Datensätze zumindest im Mittel durch die Diskriminanzfunktion als unkritisch klassifiziert werden,
- e) gegebenenfalls weitere Datensätze aufgrund weiterer Testfahrten analog zu Schritt b) ermittelt werden, und
- f) diejenigen Straßenabschnitte, in denen Datensätze oder gegebenenfalls weitere Datensätze vorhanden sind, die entsprechend der Diskriminanzanalyse als kritische Datensätze erkannt wurden, als kritische Straßenabschnitte identifiziert werden.

Auf diese Weise ist eine zuverlässige Identifizierung kritischer Straßenabschnitte durch die Extraktion von Strecken- und Fahrteigenschaften aus einer oder mehrerer Testfahrten, die naturgemäß verschiedene Fahrstile aufweisen, in Kombination mit Informationen über Streckenabschnitte, an denen in der Vergangenheit Verkehrsunfälle mit motorisierten Zweirädern aufgetreten sind, gewährleistet. In diesem Zusammenhang können effizient bestehende Ähnlichkeiten, beispielsweise in der Straßenführung eines zu untersuchenden Straßenabschnitts zu Streckenabschnitten mit bekannten Unfallhäufungsstellen, ausgenutzt werden.

Eine besonders exakte Ermittlung von als kritisch einzustufenden Straßenabschnitten kann erzielt werden, wenn

- die Diskriminanzanalyse eine in Bezug auf die Bewegungswerte festgelegte, insbesondere stetige, Diskriminanzfunktion liefert, und
- dass die folgenden Testfahrten herangezogen werden,
 - Testfahrten, nach Schritt b)
 - weitere Testfahrten, nach Schritt e)
 - andere Testfahrten
- wobei für einzelne dieser Testfahrten oder für eine Anzahl von vom selben Testfahrer ausgeführten Testfahrten jeweils ein Mittelwert der Diskriminanzfunktion angewendet auf die Datensätze der jeweiligen Testfahrt oder Testfahrten ermittelt wird, wobei für die Bildung des Mittelwerts ausschließlich diejenigen Datensätze verwendet werden, die sich innerhalb eines kritischen Straßenabschnitts befinden,
- wobei für einzelne dieser Testfahrten oder für eine Anzahl von vom selben Testfahrer ausgeführten Testfahrten der Mittelwert als Schwellenwert herangezogen wird und untersucht wird, an welchen Stellen der Wert der Diskriminanzfunktion angewendet auf den jeweiligen Datensatz den Mittelwert überschreitet und
- wobei für einzelne geographische Positionen jeweils ein Verhältnis zwischen der Anzahl der Schwellenwertüberschreitungen und der Anzahl der Testfahrten jeweils an der betreffenden geographischen Position, ermittelt und als zusätzliches Maß für die Kritikalität der betreffenden geographischen Position zur Verfügung gestellt wird.

Eine besonders zuverlässige Diskriminanzfunktion kann auf rechnerisch einfache gefunden werden, wenn in Schritt d) mittels Diskriminanzanalyse eine diskriminierende Funktion abhängig von den Bewegungswerten gesucht wird, die

- einzelne Datensätze, die aus geographischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte einer Region mit einem Verkehrsunfall zugeordnet sind, mit Ausnahme derjenigen Datensätze, die in Schritt c) einem Cluster zugeordnet wurden, als kritische Datensätze und
 - alle übrigen Datensätze, für die dies nicht zutrifft oder die sich innerhalb eines zuvor ermittelten den normalen Bewegungsablauf charakterisierenden Clustern befinden, als unkritische Datensätze,
- voneinander, insbesondere exakt, abgrenzt.

Um beispielsweise einen Motorradfahrer während der Fahrt aktiv vor Unfallhäufungs- oder Gefahrenstellen bzw. kritischen Streckenabschnitt zu warnen, kann vorgesehen sein, dass

- während einer Fahrt eines motorisierten Zweirads in einem zu untersuchenden Streckenabschnitt laufend untersucht wird, ob sich die jeweils aktuelle geographische Position des Zweirads einem als kritisch identifizierten Streckenabschnitt nähert und
- ein Hinweis an den Fahrer des motorisierten Zweirads abgegeben wird, wenn eine derartige Annäherung erkannt wird. Auf diese Weise ist der Motorradfahrer rechtzeitig gewarnt, dass er sich einem gefährlichen Straßenabschnitt nähert, sodass er rechtzeitig sein Fahrverhalten anpassen und derart den kritischen Streckenabschnitt sicherer passieren kann.

Um beispielsweise einen Motorradfahrer während der Fahrt warnen zu können, dass sein aktueller Fahrstil potentiell zu riskant ist, kann vorgesehen sein, dass

- vorab für eine Anzahl von vom selben Fahrer ausgeführten Fahrten mit einem motorisierten Zweirad jeweils ein Mittelwert der Diskriminanzfunktion angewendet auf die Datensätze der jeweiligen Fahrt oder Fahrten, ermittelt wird,
 - wobei insbesondere vorgesehen ist, dass
 - für die Bildung des Mittelwerts ausschließlich diejenigen Datensätze verwendet werden, die sich innerhalb eines kritischen Straßenabschnitts befinden, und/oder
 - für eine Anzahl von vom selben Fahrer ausgeführten Fahrten ein gemeinsamer Mittelwert ermittelt wird,
- der derart ermittelte Mittelwert als Grenzwert herangezogen,
- während einer Fahrt desselben Fahrers laufend untersucht wird, ob der Wert der Diskriminanzfunktion angewendet auf die während der Fahrt erstellten jeweils aktuellen Datensätze innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs unterhalb des für den jeweiligen Fahrer ermittelten Grenzwerts liegt und/oder den ermittelten Grenzwert überschreitet und
- sofern festgestellt wird, dass der Wert innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt und/oder den ermittelten Grenzwert überschreitet, ein Hinweis an den Fahrer des motorisierten Zweirads abgegeben wird.

Auf diese Weise kann der Motorradfahrer rechtzeitig seinen Fahrstil anpassen und derart das Risiko senken, zu verunfallen.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von besonders vorteilhaften, aber nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben.

Im Folgenden zeigen:

Fig. 1 schematisch ein motorisiertes Zweirad mit einer Sensoreinheit,

Fig. 2 schematisch ein Beispiel einer Karte mit Streckenabschnitten, in denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle motorisierter Zweiräder verzeichnet sind,

Fig. 3 schematisch das Ergebnis einer Diskriminanzanalyse in einem Merkmalsraum,

Fig. 4 ein Beispiel einer Diskriminanzanalyse in einem Merkmalsraum enthaltend Datensätze verschiedener Streckenabschnitte,

Fig. 5 schematisch die Ermittlung von Schwellenwertüberschreitungen für eine Anzahl von Testfahrten als Maß für die Kritikalität von geografischen Positionen.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Beispiel eines motorisierten Zweirads 1, das für Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 in zu untersuchenden Straßenabschnitten herangezogen wird. Im gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich beim motorisierten Zweirad 1 um ein Motorrad, an dem eine Sensoreinheit 11 angeordnet ist. Eine derartige Sensoreinheit 11 kann beispielsweise Videosysteme sowie Sensoren umfassen, die während der Fahrt laufend den Zustand des motorisierten Zweirads 1 erfassen und Daten zu beispielsweise Fahrdynamik, Fahrlinie und Streckenführung ermitteln.

Bei den Sensoren kann es sich beispielsweise um Beschleunigungssensoren handeln, die Beschleunigungsmesswerte X_1 , nach einer oder mehreren Raumrichtungen bezogen z.B. auf das Zweirad 1 liefern, oder aber auch um Sensoren zur Messung der Winkelgeschwindigkeit X_2 des Zweirads 1, jeweils gemessen um beispielsweise die Achsen des Motorrads. Optional können aber auch Sensoren zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Neigungswinkels oder von Scher- bzw. Schlingerbewegungen des Zweirads 1 in der Sensoreinheit 11 enthalten sein. Optional können weiters beispielsweise der gefahrene Kurvenradius, Aufwärts- und Abwärtsfahrtbewegungen oder Ableitungen, insbesondere zeitliche Ableitungen aller dieser Messwerte oder davon abgeleitete Werte, ermittelt werden.

Zunächst wird in Verfahrensschritt a) eine Karte M von Streckenabschnitten zur Verfügung gestellt, in denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle von motorisierten Zweirädern 1 verzeichnet sind. Bei der Karte M handelt es sich im gezeigten Ausführungsbeispiel um eine geografische Landkarte, die z.B. als digitale GPS-Karte zur Verfügung stehen kann und in der einzelne bekannte Unfallstellen verzeichnet sind.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel einer derartigen Karte M mit Streckenabschnitten AB, BC, CD, BD und CE sowie FG. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind auf den Streckenabschnitten BC bzw. DE geographische Punkte 101, ..., 106 eingetragen, an denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle verzeichnet wurden.

Mit dem motorisierten Zweirad 1 werden in dem zweiten Schritt b) Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 in den zu untersuchenden Straßenabschnitten vorgenommen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel soll zunächst der Streckenabschnitt BC untersucht werden. Ein motorisiertes Zweirad 1 durchfährt deshalb den Streckenabschnitt BC, wobei zu einzelnen Zeitpunkten jeweils Datensätze erstellt werden, die die geografische Position des Zweirads 1 sowie eine Anzahl von die Bewegungen des Zweirads 1 charakterisierenden Bewegungswerten umfassen.

Für die folgenden Betrachtungen sind die einzelnen Bewegungswerte festgelegt durch Beschleunigungsmesswerte X_1 bezogen auf das Zweirad 1 nach einer oder mehreren Raumrichtungen sowie Winkelgeschwindigkeitsmesswerte X_2 des Zweirads 1 gemessen jeweils um vorzugsweise die Achsen des Zweirads 1 bzw. zeitliche Ableitungen dieser Messwerte oder davon abgeleitete Werte.

Obwohl im gezeigten Ausführungsbeispiel die ermittelten Datensätze somit jeweils zwei charakteristische Bewegungswerte, nämlich Beschleunigungsmesswerte X_1 und Winkelgeschwindigkeitsmesswerte X_2 , umfassen, können optional weitere Bewegungswerte, die charakteristisch für die Bewegung des Zweirads sind, in den Datensätzen umfasst sein, sodass jeder Datensatz n Einträge umfasst, ohne dass der erfindungsgemäße Verfahrensablauf abgeändert wird.

Anschließend wird in einem dritten Verfahrensschritt c) unter den ermittelten Datensätzen aufgrund der Bewegungswerte ein Clustering vorgenommen und nach einem oder mehreren charakteristischen Clustern C_1 , C_2 gesucht, die einen normalen Bewegungsablauf des Zweirads 1 während einer Testfahrt F_1 , F_2 , F_3 charakterisieren und eine möglichst große Anzahl von Datensätzen enthalten.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines zweidimensionalen Merkmalsraums, in dem die ermittelten Datensätze, die während der Testfahrt auf dem Streckenabschnitt BC mit dem Zweirad 1 erstellt wurden, in Verbindung mit deren geografischer Position eingetragen sind. Auf der horizontalen Achse sind dabei die Beschleunigungsmesswerte

X_1 eines jeweiligen Datensatzes aufgetragen, während auf der vertikalen Achse jeweils die Winkelgeschwindigkeitsmesswerte X_2 aufgetragen sind.

Die Wahl eines zweidimensionalen Merkmalsraums erfolgte hier lediglich aus Gründen der übersichtlicheren Darstellung. Der Einfachheit halber ist im gezeigten Ausführungsbeispiel ein zweidimensionaler Merkmalsraum dargestellt. Es können jedoch beliebig weitere Bewegungswerte für die Clusteranalyse herangezogen werden, sodass sich beispielsweise bei n berücksichtigten Bewegungswerten ein insgesamt n -dimensionaler Merkmalsraum ergibt.

Die mit Kreuzen gekennzeichneten Datensätze in Fig. 3 wurden dabei an geografischen Positionen aufgenommen, an denen in der Karte (M) keine vergangenen Verkehrsunfälle verzeichnet sind, während die mit Ringen gekennzeichneten Datenpunkte von geografischen Positionen stammen, an denen in der Karte (M) bereits vergangene Verkehrsunfälle von motorisierten Zweirädern 1 verzeichnet sind.

Für das Clustering können bekannte Clusteringalgorithmen, wie sie beispielsweise in "*k-Means: MacQueen, J. B. (1967). Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations. Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. 1. University of California Press. pp. 281- 297*", "*Ling, R. F. (1972) "On the theory and construction of k-clusters". The Computer Journal. 15 (4): 326–332*" oder "*McLachlan, G.J. (1988), "Mixture Models: inference and applications to clustering", Statistics: Textbooks and Monographs, Dekker*" beschrieben sind, herangezogen werden.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel wurden derart zwei Cluster C_1 , C_2 identifiziert, die den normalen Bewegungsablauf des Zweirads 1 charakterisieren. Wie in Fig. 3 zu erkennen ist, umfassen Cluster C_1 bzw. Cluster C_2 jeweils Datensätze, die von geografischen Positionen, die nicht als Unfallhäufungsstellen verzeichnet sind bzw. an denen keine vergangenen Verkehrsunfälle von Zweirädern 1 verzeichnet sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfassen die Cluster C_1 , C_2 auch Datensätze, die von geografischen Positionen stammen, die mit vergangenen Verkehrsunfällen von Zweirädern 1 assoziiert sind.

Im nachfolgenden Verfahrensschritt d) wird anschließend mittels Diskriminanzanalyse eine zwischen kritischen und unkritischen Datensätzen diskriminierende Funktion bzw. Diskriminanzfunktion D abhängig von den Bewegungswerten der Datensätze gesucht.

Dabei können aus dem Stand der Technik bekannte Ansätzen für Diskriminanzanalyse herangezogen werden, wie sie beispielsweise in "*Duda, R.O., Hart, P.E., Stork, D.G. (2001) "Pattern Classification", Wiley, New York*", "*Cortes, C.; Vapnik, V. N. (1995) "Support-vector networks", Machine Learning. 20 (3): 273–297*" oder "*Tipping, M. E. (2001) "Sparse Bayesian Learning and the Relevance Vector Machine", Journal of Machine Learning Research. 1: 211-244*" beschrieben sind.

Wie in Fig. 3 zu erkennen ist, grenzt die Diskriminanzfunktion D dabei einzelne Datensätze, die aus geografischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte M einer Region mit einem Verkehrsunfall zugeordnet sind, im Mittel von einzelnen weiteren Datensätzen, auf die dies nicht zutrifft, ab. Die einzelnen Datensätze, die aus geografischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte M einem Verkehrsunfall zugeordnet sind, werden dabei als kritische Datensätze, die einzelnen weiteren Datensätze, für die dies nicht zutrifft, als unkritische Datensätze erkannt.

Dabei werden die ermittelten Cluster C_1 , C_2 oder daraus abgeleitete Werte für die Bildung der Diskriminanzfunktion D herangezogen, wobei die in den Clustern C_1 , C_2 enthaltenen Datensätze zumindest im Mittel durch die Diskriminanzfunktion D als unkritisch klassifiziert werden.

Auf diese Weise werden, wie in Fig. 3 ersichtlich ist, die von den Unfallhäufungsstellen bzw. den geographische Punkten 101, ..., 106, an denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle motorisierter Zweiräder 1 verzeichnet wurden, stammenden Datensätze von der Diskriminanzfunktion D als kritisch klassifiziert, während die restlichen außerhalb dieser Unfallhäufungsstellen ermittelten Datensätze als unkritisch betrachtet werden.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel werden als Verfahrensschritt e) weitere Datensätze aufgrund weiterer Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 wie zuvor beschrieben ermittelt, was jedoch keinesfalls zwingend ist. Es ist selbstverständlich auch möglich ausschließlich die in Schritt b) ermittelten Datensätze für die weiteren Betrachtungen zu verwenden. Die weiteren Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 werden im gezeigten Ausführungsbeispiel auf dem Streckenabschnitt FG, der in Fig. 2 schematisch dargestellt ist, durchgeführt.

Wie in Fig. 4 ersichtlich ist, werden während der Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 Datensätze, wie zuvor beschrieben, ermittelt, die in dem in Fig. 4 dargestellten zweidimensionalen Merkmalsraum sowohl im Bereich der von der Diskriminanzfunktion D als unkritisch ermittelten Datensätze liegen als auch solche, die im Bereich der von der

Diskriminanzfunktion D als kritisch ermittelten Datensätze liegen. Erwartungsgemäß liegen auch Datensätze innerhalb der Cluster C_1 , C_2 , die den normalen Bewegungsablauf des motorisierten Zweirads 1 repräsentieren.

Auf diese Weise ist es mit Hilfe der zuvor durchgeführten Diskriminanzanalyse möglich, diejenigen Straßenabschnitte, in denen Datensätze oder gegebenenfalls weitere Datensätze vorhanden sind, mit Hilfe der Diskriminanzfunktion D als kritische Datensätze zu erkennen und diese Straßenabschnitte als kritische Straßenabschnitte K zu identifizieren. Dies ist auch für Straßenabschnitte möglich, für die in Schritt a) keine Unfallkartendaten zur Verfügung gestellt wurden.

Auf diese Weise können, wie in Fig. 4 ersichtlich ist, zwei kritische Straßenabschnitte K_1 , K_2 , auf dem Straßenabschnitt FG, für den keine Unfallkartendaten zur Verfügung stehen, also potentielle Gefahrenstellen für Zweiradfahrer, ermittelt werden, die in ihrer Streckenführungscharakteristik bzw. dem mit den Sensoren der Sensoreinheit 11 ermittelten Bewegungsablauf des Zweirads 1 Ähnlichkeiten mit der Streckenführung und/oder dem ermittelten Bewegungsablauf an geografischen Positionen aufweisen, an denen Datensätze ermittelt wurden, die mit Hilfe der Diskriminanzfunktion D als kritische Datensätze ermittelt wurden bzw. die im Merkmalsraum im Bereich der kritischen Datensätze verortet sind.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren identifiziert auf diese Weise einzelne derartiger kritischer Straßenabschnitte K ; K_1 , K_2 , sodass beispielsweise Straßenerhalter die derart aufgefundenen kritischen Straßenabschnitte gezielt entschärfen können, indem beispielsweise die Straßenführung geändert wird oder sonstige Maßnahmen getroffen werden, um die Sicherheit von Zweirad- bzw. Motorradfahrern auf diesen Abschnitten zu erhöhen.

Optional kann bei einem erfindungsgemäßen Verfahren auch vorgesehen sein, dass die Diskriminanzanalyse eine im Bezug auf die Bewegungswerte festgelegte Diskriminanzfunktion D liefert, die insbesondere stetig sein kann und das für die Diskriminanzanalyse eine Vielzahl von Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 herangezogen werden, nämlich Testfahrten gemäß Schritt b) in den zu untersuchenden Straßenabschnitten, weitere Testfahrten gemäß Schritt e), sowie andere Testfahrten.

Für einzelne dieser Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 oder für eine Anzahl von vom selben Testfahrer ausgeführten Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 wird jeweils ein Mittelwert der Diskriminanzfunktion D

angewendet, auf die Datensätze der jeweiligen Testfahrt oder Testfahrten ermittelt. Dabei werden für die Bildung des Mittelwerts ausschließlich diejenigen Datensätze verwendet, die sich innerhalb eines kritischen Straßenabschnitts K befinden.

Anschließend wird ein Schwellenwert für einzelne dieser Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 oder für eine Anzahl von vom selben Testfahrer ausgeführten Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 herangezogen und untersucht, an welchen Stellen der Wert der Diskriminanzfunktion D, angewendet auf den jeweiligen Datensatz, diesen Schwellenwert überschreitet. Als Schwellenwert wird dabei beispielsweise der Mittelwert der Diskriminanzfunktion D an den als kritisch identifizierten Straßenabschnitten K herangezogen.

Für einzelne geografische Positionen wird anschließend jeweils ein Verhältnis zwischen der Anzahl der Schwellenwertüberschreitungen und der Anzahl der Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 jeweils an der betreffenden geografischen Position ermittelt und als zusätzliches Maß für die Kritikalität der betreffenden geografischen Position zur Verfügung gehalten.

Fig. 5 zeigt ein Beispiel einer derartigen Vorgehensweise für drei Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 , die auf dem Streckenabschnitt FG durchgeführt wurden. In Fig. 5 sind dabei drei Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 dargestellt, für die jeweils der entsprechende Mittelwert M_1 , M_2 , M_3 ermittelt wurde. Für die zuvor bereits als kritisch erkannten Straßenabschnitte K_1 , K_2 wird im gezeigten Ausführungsbeispiel ermittelt, wie oft an den einzelnen geografischen Positionen jeweils der Schwellenwert, d.h. der Mittelwert, überschritten wurde bzw. wie das Verhältnis zwischen der Anzahl an Schwellenwertüberschreitungen und der Anzahl an Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 ist. Die Testfahrt F_1 ist dabei in Fig. 5 strichliert, die Testfahrt F_2 als durchgezogene Linie und die Testfahrt F_3 als strichpunktierte Linie dargestellt. In Fig. 5 sind weiters die beiden als kritisch eingestuften Streckenabschnitte K_1 , K_2 dargestellt und die Anzahl an Mittelwertüberschreitungen in diesen beiden als kritisch eingestuften Streckenabschnitten in Form eines Blockdiagramms abgebildet.

Für den kritischen Streckenabschnitt K_1 ist ersichtlich, dass der Mittelwert M_1 der Testfahrt F_1 über den gesamten kritischen Streckenabschnitt K_1 überschritten wurde, während bei der Testfahrt F_3 der Mittelwert M_3 in einem begrenzten Bereich des kritischen Streckenabschnitts K_1 überschritten wurde. Dies bedeutet, dass im kritischen Streckenabschnitt K_1 eine Mittelwertüberschreitung bei zumindest einem Drittel und abschnittsweise bei zwei Dritteln aller vorgenommenen Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 aufgetreten ist.

Im kritischen Streckenabschnitt K_2 wurde während der Testfahrt F_1 der Mittelwert M_1 über den gesamten Bereich des kritischen Streckenabschnitts K_2 überschritten, sowie in begrenzten Bereichen innerhalb des kritischen Streckenabschnitts K_2 der Mittelwert M_3 während der Testfahrt F_3 sowie der Mittelwert M_2 während der Testfahrt F_2 . Dies bedeutet, dass über den kritischen Streckenabschnitt K_2 zumindest bei einem Drittel, abschnittsweise bei zwei Dritteln bzw. allen vorgenommenen Testfahrten F_1 , F_2 , F_3 eine Mittelwertüberschreitung vorlag.

Wie in Fig. 5 weiters ersichtlich ist, können Schwellenwertüberschreitungen bei einer Testfahrt F_1 , F_2 , F_3 auch außerhalb von kritischen Streckenabschnitten K auftreten, beispielsweise, wenn eine Testfahrt F_1 , F_2 , F_3 auf einem Straßenabschnitt durchgeführt wird, für den bereits kritische Streckenabschnitte K auf Grundlage von Datensätzen, die während anderer, bereits zuvor durchgeführter, Testfahrten ermittelt wurden. Dies ist in Fig. 5 beispielsweise bei dem direkt an den kritischen Streckenbereich K_2 in Richtung des Straßenendpunkts G angrenzenden Streckenbereich zu erkennen, wo eine Mittelwertüberschreitung bei der Testfahrt F_1 außerhalb des kritischen Streckenbereichs K_2 auftritt.

Optional kann die Diskriminanzfunktion D bei einem erfindungsgemäßen Verfahren in Abhängigkeit von den Bewegungswerten derart ermittelt werden, dass einzelne Datensätze, die aus geografischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte M einem vergangenen Verkehrsunfall zugeordnet sind, als kritische Datensätze identifiziert werden, wobei jedoch diejenigen Datensätze, die aus geografischen Positionen stammen, die mit einem Verkehrsunfall assoziiert sind und die einem Cluster C_1 , C_2 zugeordnet wurden, das den normalen Bewegungsablauf eines motorisierten Zweirads 1 repräsentiert, nicht als kritische Datensätze erkannt werden.

Alle übrigen Datensätze, für die dies nicht zutrifft, d.h. die nicht aus geografischen Positionen stammen, die mit einem Verkehrsunfall assoziiert sind oder die sich innerhalb eines zuvor ermittelten Clusters C_1 , C_2 befinden, das den normalen Bewegungsablauf eines motorisierten Zweirads 1 während einer Testfahrt F_1 , F_2 , F_3 charakterisiert, werden als unkritische Datensätze identifiziert. Diese Vorgehensweise liefert vorteilhafterweise ein rasches Ergebnis der Diskriminanzanalyse und eine Diskriminanzfunktion D , die besonders rasch und einfach kritische von unkritischen Datensätzen abgrenzt.

Ein derartiges erfindungsgemäßes Verfahren kann nun nicht nur zum Einsatz kommen, um kritische Streckenabschnitte K bei Testfahrten auf Straßenabschnitten zu

identifizieren, für die beispielsweise noch keine kritischen Streckenabschnitte K bzw. potentielle Unfallhäufungsstellen identifiziert wurden, zu ermitteln. Optional kann auch vorgesehen sein, dass während einer Fahrt eines motorisierten Zweirads 1 in einem zu untersuchenden Streckenabschnitt laufend untersucht wird, ob sich die jeweils aktuelle geografische Position des Zweirads 1 einem als kritisch identifizierten Streckenabschnitt nähert. Ist dies der Fall, kann beispielsweise ein Warnhinweis an den Fahrer des motorisierten Zweirads 1 abgegeben werden, sodass der Fahrer rechtzeitig gewarnt ist, dass er sich einer potentiellen Gefahrenstelle bzw. einem kritischen Streckenabschnitt K nähert und seinen Fahrstil entsprechend an die örtlichen Gegebenheiten anpassen kann, wodurch Unfälle vermieden werden können.

Weiters kann ein erfindungsgemäßes Verfahren durch Vergleich mit Datensätzen, insbesondere Bewegungswerten bzw. Fahrdynamikwerten, an bekannten Unfallstellen dazu dienen, einen individuellen Grenzwert für einen Fahrer zu ermitteln und den Fahrer zu warnen, wenn dessen Fahrdynamikwerte oberhalb des individuellen Grenzwertes erreicht.

Dazu kann beispielsweise vorab für eine Anzahl von vom selben Fahrer ausgeführten Fahrten jeweils ein Grenzwert auf Grundlage der Datensätze der jeweiligen Fahrt oder Fahrten, ermittelt wird. Dazu wird der Mittelwert der Diskriminanzfunktion D angewendet auf die Datensätze der jeweiligen Fahrt oder Fahrten, beispielsweise ausschließlich diejenigen Datensätze, die sich innerhalb eines kritischen Straßenabschnitts K; K_1 , K_2 befinden, ermittelt und als Grenzwert herangezogen. Optional kann für eine Anzahl von vom selben Fahrer ausgeführten Fahrten ein gemeinsamer Grenzwert, d.h. ein gemeinsamer Mittelwert, ermittelt werden.

Unternimmt nun derselbe Fahrer eine Fahrt, so kann während der Fahrt laufend untersucht werden, ob der Wert der Diskriminanzfunktion D angewendet auf die Datensätze, die laufend während der Fahrt erstellt werden, innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs unterhalb des für den jeweiligen Fahrer ermittelten Grenzwerts liegt und/oder den ermittelten Grenzwert überschreitet.

Wird dabei festgestellt, dass der Wert der Diskriminanzfunktion D angewendet auf die jeweils aktuellen Datensätze der aktuellen Fahrt, innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs unterhalb des für den jeweiligen Fahrer ermittelten Grenzwerts liegt und/oder den ermittelten Grenzwert überschreitet, so wird ein Hinweis an den Fahrer des

motorisierten Zweirads 1 abgegeben und der Fahrer wird derart gewarnt, dass sein aktueller Fahrstil potentiell riskant ist.

Die geografische Position des motorisierten Zweirads 1 kann während einer Testfahrt F_1 , F_2 , F_3 oder Fahrt beispielsweise mit GPS oder Satellitennavigation ermittelt werden. Selbstverständlich ist ein erfindungsgemäßes Verfahren auch für andere motorisierte Zweiräder 1 wie beispielsweise Mopeds oder E-Bikes einsetzbar, um auch kritische Streckenabschnitte K für diese Fortbewegungsmittel, die gegebenenfalls von anderen Personengruppen genutzt werden, zu ermitteln.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung von kritischen Straßenabschnitten (K ; K_1 , K_2) für motorisierte Zweiräder (1), insbesondere Motorräder, wobei
 - a) eine Karte (M) von Streckenabschnitten zur Verfügung gestellt wird, in denen einzelne vergangene Verkehrsunfälle von motorisierten Zweirädern verzeichnet sind,
 - b) jeweils mittels eines motorisierten Zweirads (1) Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) in den zu untersuchenden Straßenabschnitten vorgenommen werden,
 - wobei jeweils zu einzelnen Zeitpunkten Datensätze erstellt werden, die die geographische Position des Zweirads sowie eine Anzahl von die Bewegung des Zweirads (1) charakterisierenden Bewegungswerten umfassen,
 - wobei die einzelnen Bewegungswerte insbesondere festgelegt sind durch:
 - Beschleunigungsmesswerte (X_1) nach einer oder mehrerer Raumrichtungen, vorzugsweise bezogen auf das Zweirad (1), und/oder
 - Winkelgeschwindigkeitsmesswerte (X_2) des Zweirads (1), gemessen jeweils um Achsen, die vorzugsweise in Bezug auf das Zweirad (1) festgelegt sind, und/oder
 - gegebenenfalls zeitliche Ableitungen dieser Messwerte, und/oder
 - davon abgeleitete Werte,
 - c) unter den ermittelten Datensätzen aufgrund der Bewegungswerte ein Clustering vorgenommen wird und nach einem oder mehreren einen normalen Bewegungsablauf charakterisierenden Clustern (C_1 , C_2) gesucht wird, die eine möglichst große Anzahl von Datensätzen enthalten,
 - d) mittels Diskriminanzanalyse eine zwischen kritischen und unkritischen Datensätzen diskriminierende Funktion abhängig von den Bewegungswerten der Datensätze gesucht wird, die
 - einzelne Datensätze, die aus geographischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte (M) einer Region mit einem Verkehrsunfall zugeordnet sind, als kritische Datensätze und
 - einzelne weitere Datensätze, für die dies nicht zutrifft, als unkritische Datensätze, voneinander zumindest im Mittel, insbesondere exakt, abgrenzt,
- wobei die ermittelten Cluster (C_1 , C_2) oder daraus abgeleitete Werte für die Bildung der Diskriminanzfunktion (D) herangezogen werden, dass die in den Clustern (C_1 , C_2) enthaltenen Datensätze zumindest im Mittel durch die Diskriminanzfunktion (D) als unkritisch klassifiziert werden,
- e) gegebenenfalls weitere Datensätze aufgrund weiterer Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) analog zu Schritt b) ermittelt werden, und

f) diejenigen Straßenabschnitte, in denen Datensätze oder gegebenenfalls weitere Datensätze vorhanden sind, die entsprechend der Diskriminanzanalyse als kritische Datensätze erkannt wurden, als kritische Straßenabschnitte (K ; K_1 , K_2) identifiziert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Diskriminanzanalyse eine in Bezug auf die Bewegungswerte festgelegte, insbesondere stetige, Diskriminanzfunktion (D) liefert, und
- dass die folgenden Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) herangezogen werden,
 - Testfahrten, nach Schritt b)
 - weitere Testfahrten, nach Schritt e)
 - andere Testfahrten
- wobei für einzelne dieser Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) oder für eine Anzahl von vom selben Testfahrer ausgeführten Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) jeweils ein Mittelwert der Diskriminanzfunktion (D) angewendet auf die Datensätze der jeweiligen Testfahrt oder Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) ermittelt wird, wobei für die Bildung des Mittelwerts ausschließlich diejenigen Datensätze verwendet werden, die sich innerhalb eines kritischen Straßenabschnitts (K ; K_1 , K_2) befinden,
- wobei für einzelne dieser Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) oder für eine Anzahl von vom selben Testfahrer ausgeführten Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) der Mittelwert als Schwellenwert herangezogen wird und untersucht wird, an welchen Stellen der Wert der Diskriminanzfunktion (D) angewendet auf den jeweiligen Datensatz den Mittelwert überschreitet und
- wobei für einzelne geographische Positionen jeweils ein Verhältnis zwischen der Anzahl der Schwellenwertüberschreitungen und der Anzahl der Testfahrten (F_1 , F_2 , F_3) jeweils an der betreffenden geographischen Position, ermittelt und als zusätzliches Maß für die Kritikalität der betreffenden geographischen Position zur Verfügung gestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt d) mittels Diskriminanzanalyse eine diskriminierende Funktion abhängig von den Bewegungswerten gesucht wird, die

- einzelne Datensätze, die aus geographischen Positionen stammen, die aufgrund der vorgegebenen Karte (M) einer Region mit einem Verkehrsunfall zugeordnet sind, mit Ausnahme derjenigen Datensätze, die in Schritt c) einem Cluster (C_1 , C_2) zugeordnet wurden, als kritische Datensätze und

- alle übrigen Datensätze, für die dies nicht zutrifft oder die sich innerhalb eines zuvor ermittelten den normalen Bewegungsablauf charakterisierenden Clustern (C_1 , C_2) befinden, als unkritische Datensätze, voneinander, insbesondere exakt, abgrenzt.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- während einer Fahrt eines motorisierten Zweirads (1) in einem zu untersuchenden Streckenabschnitt laufend untersucht wird, ob sich die jeweils aktuelle geographische Position des Zweirads (1) einem als kritisch identifizierten Streckenabschnitt (K ; K_1 , K_2) nähert und
- ein Hinweis an den Fahrer des motorisierten Zweirads (1) abgegeben wird, wenn eine derartige Annäherung erkannt wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- vorab für eine Anzahl von vom selben Fahrer ausgeführten Fahrten mit einem motorisierten Zweirad (1) jeweils ein Mittelwert der Diskriminanzfunktion (D) angewendet auf die Datensätze der jeweiligen Fahrt oder Fahrten, ermittelt wird, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass
 - für die Bildung des Mittelwerts ausschließlich diejenigen Datensätze verwendet werden, die sich innerhalb eines kritischen Straßenabschnitts (K ; K_1 , K_2) befinden, und/oder
 - für eine Anzahl von vom selben Fahrer ausgeführten Fahrten ein gemeinsamer Mittelwert ermittelt wird,
- der derart ermittelte Mittelwert als Grenzwert herangezogen,
- während einer Fahrt desselben Fahrers laufend untersucht wird, ob der Wert der Diskriminanzfunktion (D) angewendet auf die während der Fahrt erstellten jeweils aktuellen Datensätze innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs unterhalb des für den jeweiligen Fahrer ermittelten Grenzwerts liegt und/oder den ermittelten Grenzwert überschreitet und
- sofern festgestellt wird, dass der Wert innerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt und/oder den ermittelten Grenzwert überschreitet, ein Hinweis an den Fahrer des motorisierten Zweirads (1) abgegeben wird.

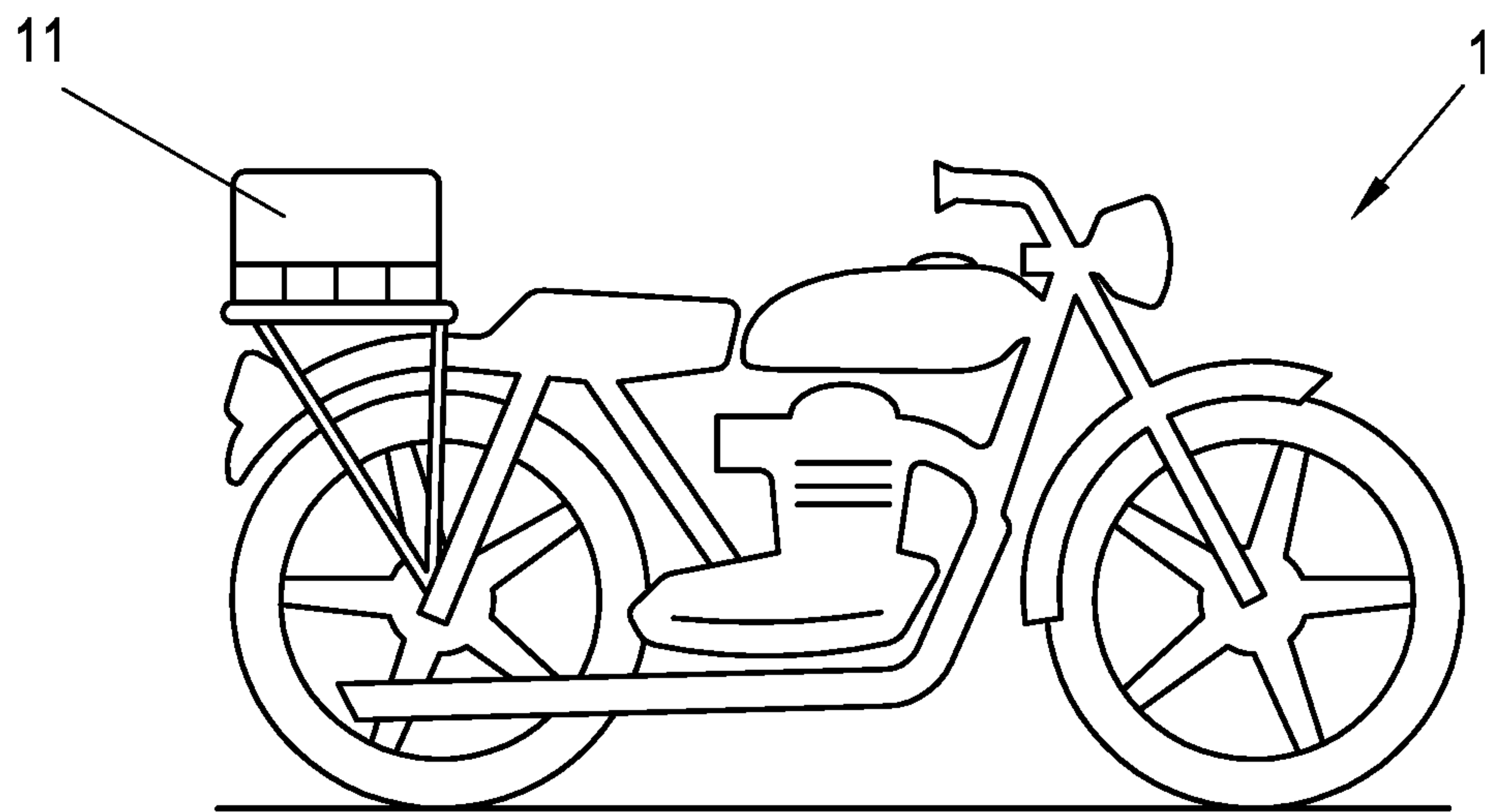


Fig. 1

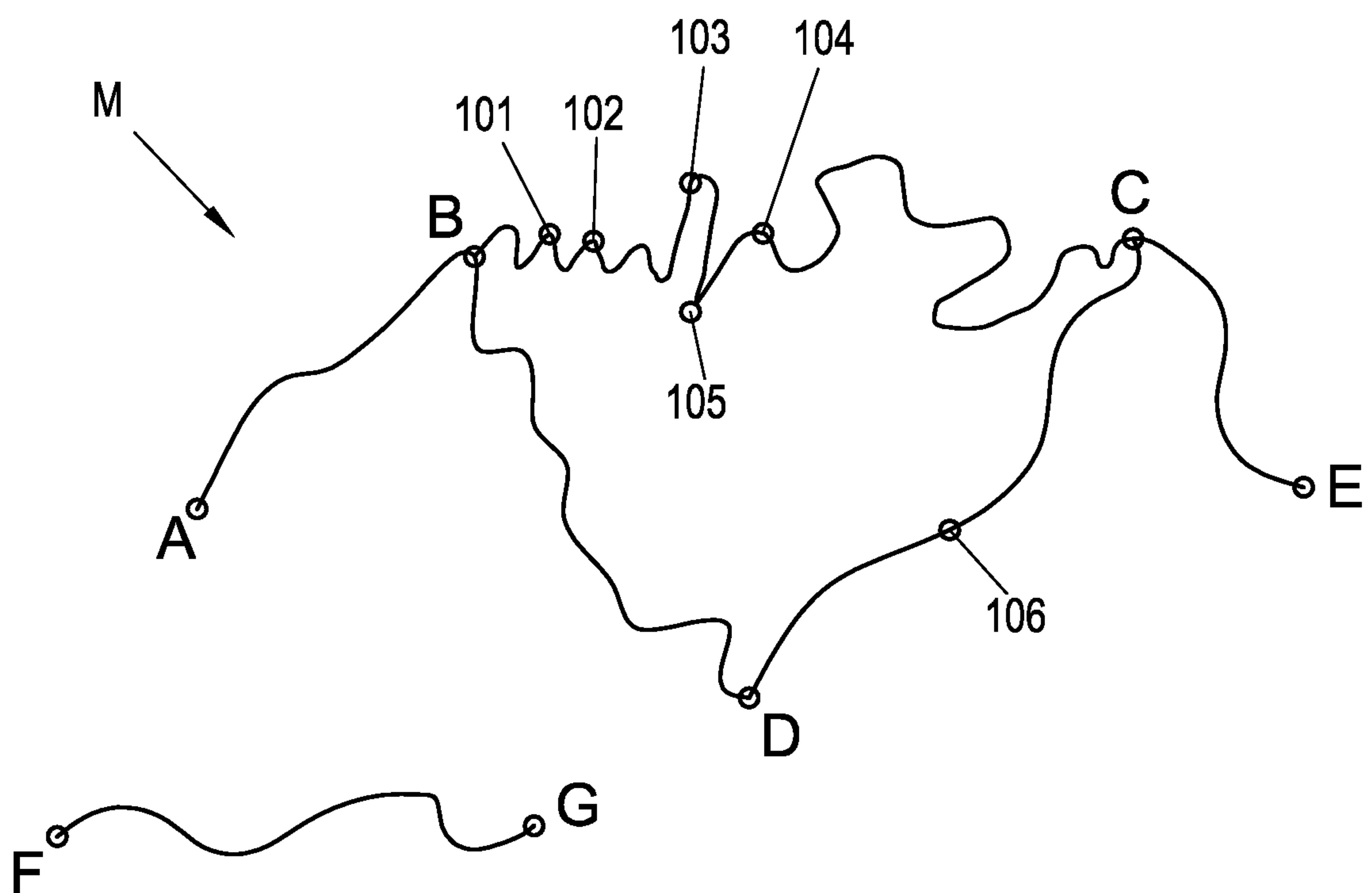


Fig. 2

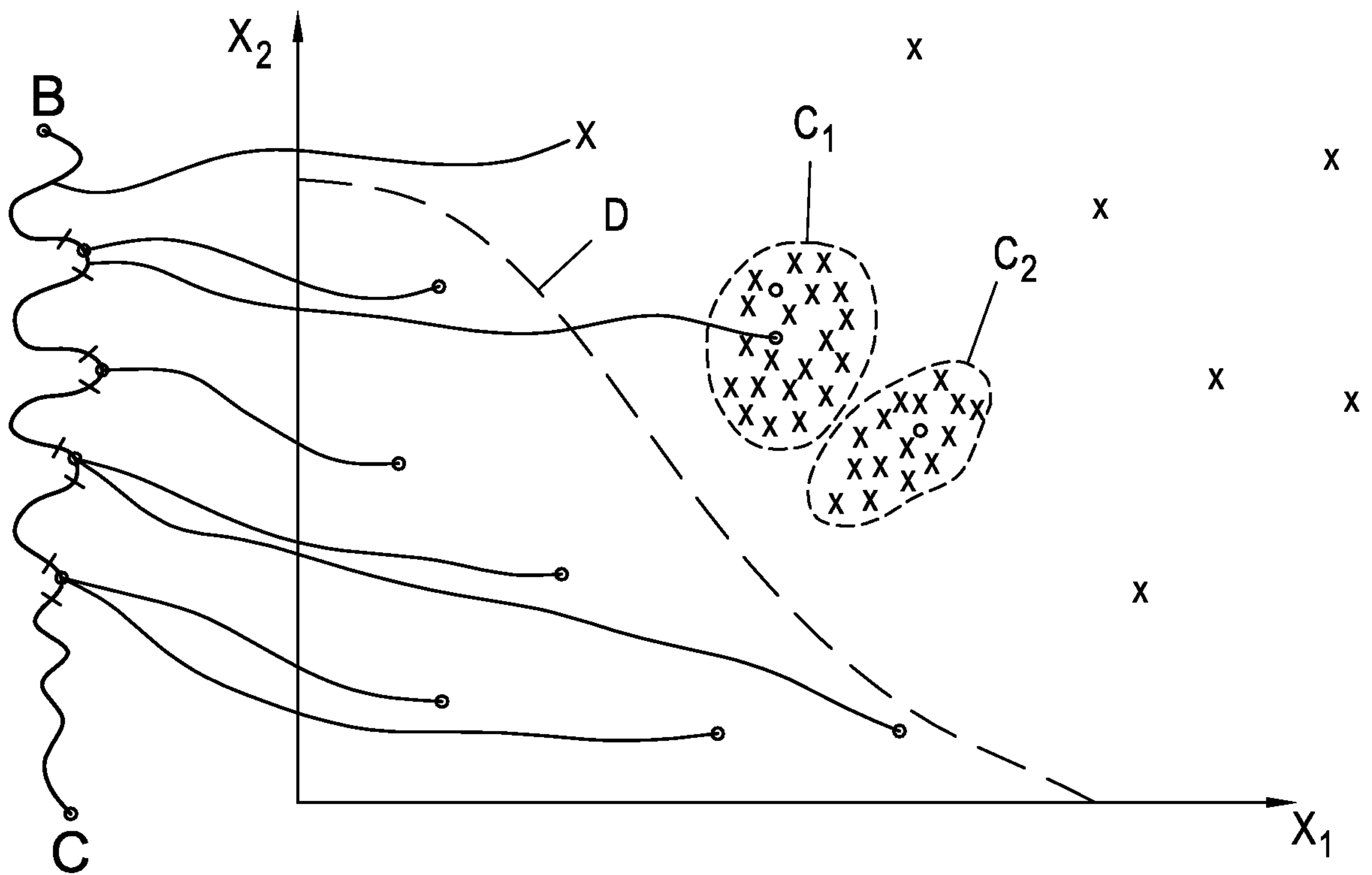


Fig. 3

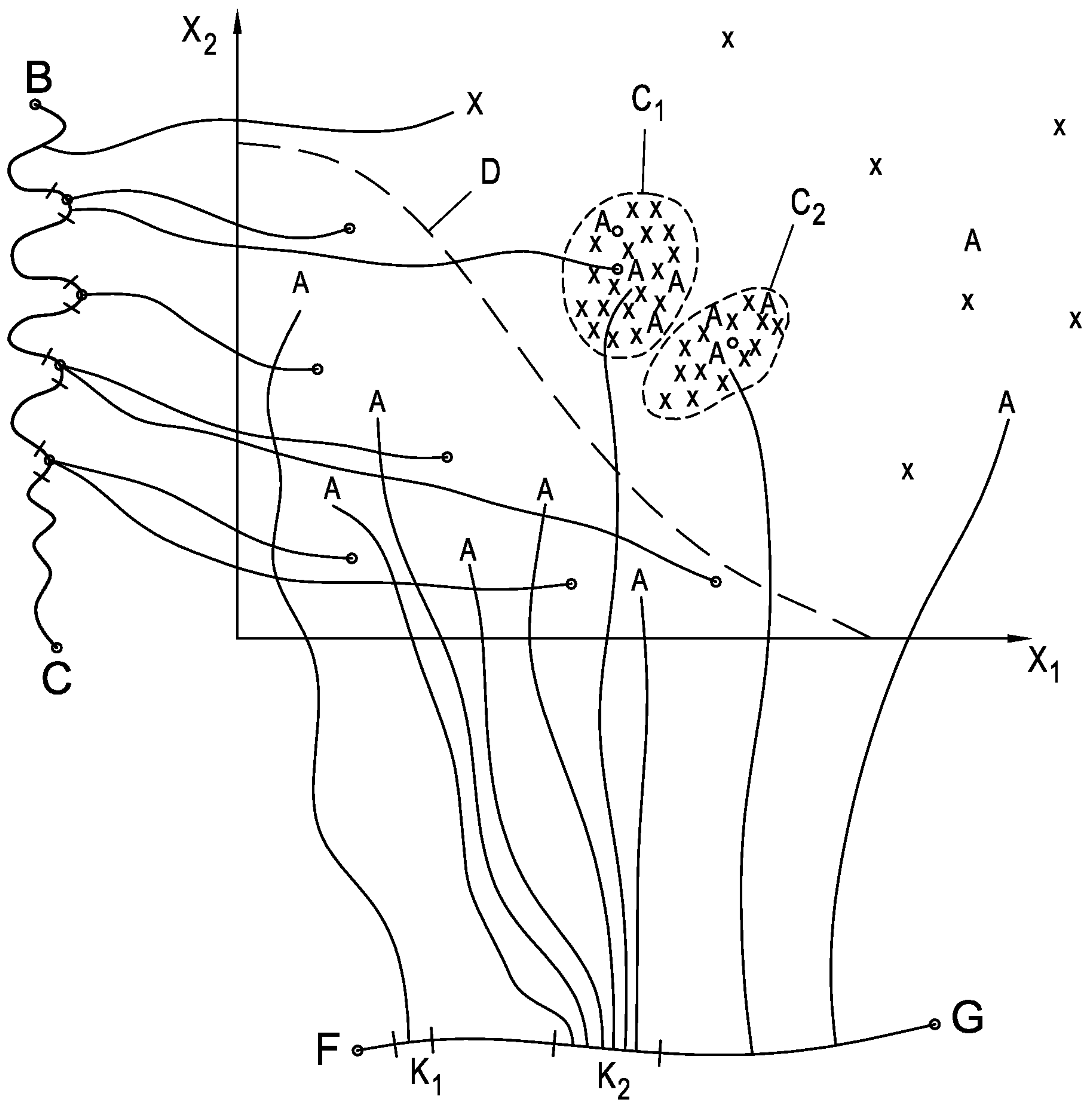


Fig. 4

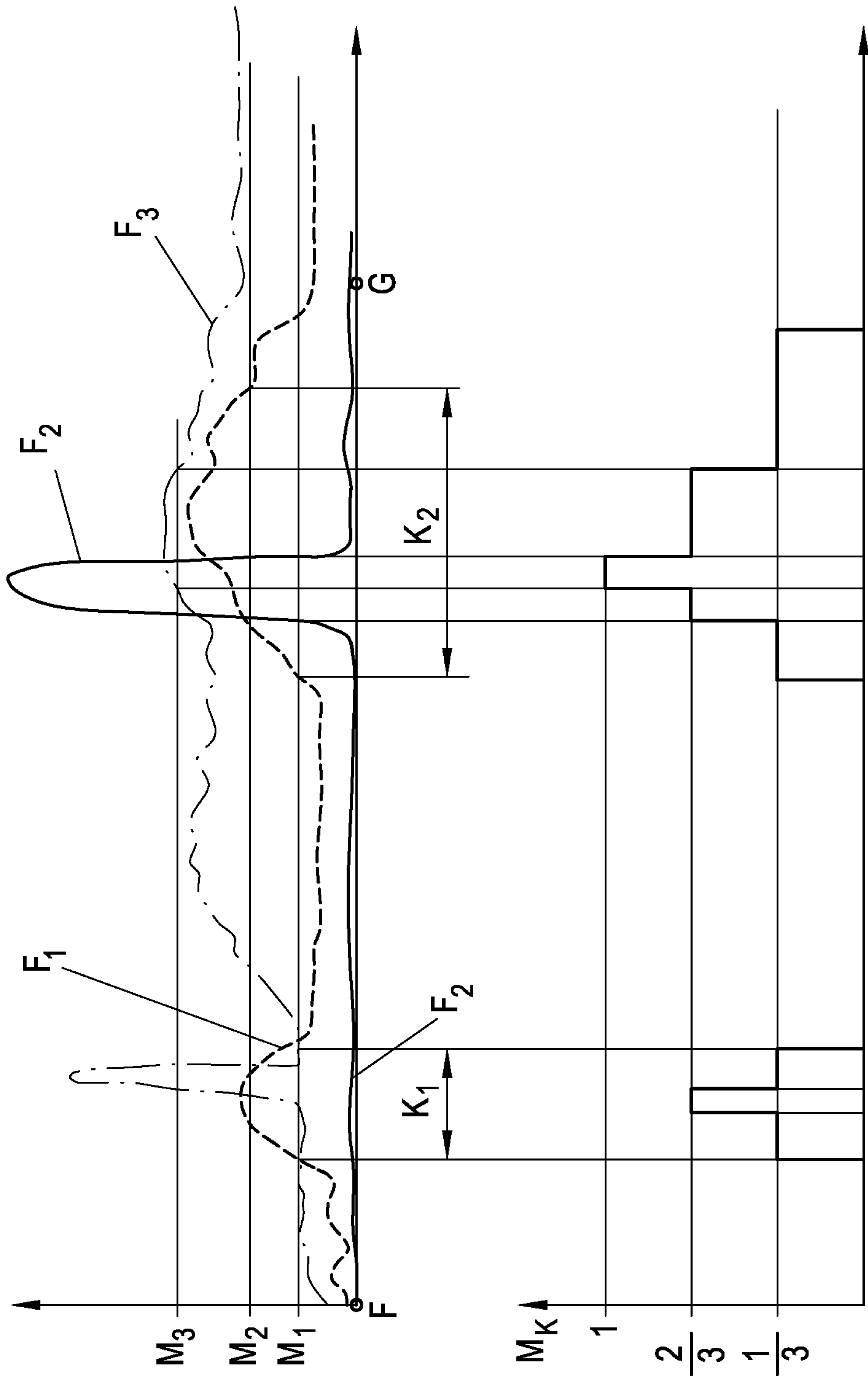


Fig. 5