



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 594 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1125/2002
(22) Anmeldetag: 24.07.2002
(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.2004
(45) Ausgabetag: 25.04.2005

(51) Int. Cl.⁷: **G08G 1/01**
G08G 1/065

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19638070A1 WO 01/01367A

(73) Patentinhaber:
ÖSTERREICHISCHES FORSCHUNGS- UND
PRÜFZENTRUM ARSENAL GESELLSCHAFT
M.B.H.
A-1030 WIEN (AT).

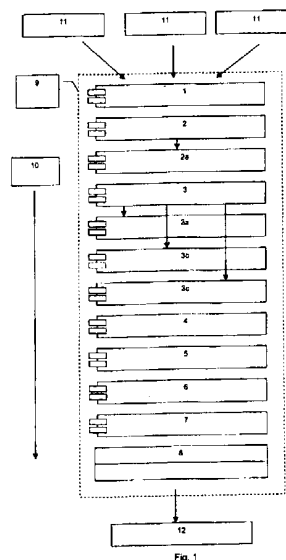
(72) Erfinder:
LINAUER MARTIN DIPL.ING.
WIEN (AT).
ASAMER JOHANNES DIPL.ING. (FH)
OTTNANG, OBERÖSTERREICH (AT).
NOWOTNY BERNHARD DIPL.ING.
GABLITZ, NIEDERÖSTERREICH (AT).
ZAJICEK JÜRGEN DIPL.ING.
WIEN (AT).

(54) VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ERMITTLUNG VON VERKEHRSDATEN

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zur Ermittlung von Verkehrsdaten, wobei Mobilfunkdaten von Verkehrsteilnehmern in der Zentrale des jeweiligen Mobilfunk-Betreibers erhoben und in Hinblick auf einen Zellenwechsel der Verkehrsteilnehmer in diesem Mobilfunknetz ausgewertet werden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass

1. der Übergangsbereich zwischen zwei Mobilfunk-Zellen eindeutig einem den Übergangsbereich querenden Straßenabschnitt zugeordnet wird, indem Lage und Größe der Mobilfunk-Zellen gegebenenfalls angepasst werden und der Übergangsbereich als virtuelle Zählstelle definiert wird,
2. die Zunahme eines logischen Anmeldungszählers einer Mobilfunk-Zelle, die einem Zellenwechsel eines Verkehrsteilnehmers entspricht, erfasst und einer Fahrt dieses Verkehrsteilnehmers in diese Zelle über den beobachteten Straßenabschnitt zugeordnet wird,
3. ein Zusammenhang (Funktion) zwischen der Zahl der Zellenwechsel an der virtuellen Zählstelle und den Verkehrsdaten auf diesem Streckenabschnitt ermittelt wird, und
4. die ermittelte Funktion eingesetzt wird, um aus der Zahl der Zellenwechsel Verkehrsdaten zu berechnen.



AT 412 594 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 bzw. ein System gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 8.

Die Verkehrsstärke und die Quell-Ziel-Matrix stellen die wichtigsten Eingangsgrößen für verkehrstechnische Analysen (z.B. Verkehrsstrom-Analysen), Verkehrssimulationen (z.B. Verkehrsnachfrage-Modelle) und Verkehrsprognose-Modellen dar, mit denen Verkehrszustände im erfassten Straßennetz modelliert werden können. Die herkömmliche Messung der Verkehrsstärke [KFZ/h] an einem Straßenquerschnitt erfordert die Installation von Zählstellen (Schleifen, Infrarot-, Mikrowellendetektoren, etc.). Diese müssen an allen Straßenquerschnitten, die erfasst werden sollen, eingebaut werden und erfordern somit große Investitionen in die Infrastruktur.

Die Erfassung der Richtung und Aufteilung von Verkehrsströmen in einem Straßennetz (Quell-Ziel-Matrizen) ergänzt diese Messungen und wird von geschultem Personal durchgeführt, die über einen definierten Zeitraum die Fahrten von Kraftfahrzeugen mittels Erkennung der Nummerntafel, durch Umfragen oder Fragebogen-Erhebungen verfolgen. Diese Erfassungsmethode ist mit hohen Personalkosten und Ungenauigkeiten verbunden. In der Fachliteratur werden daher Verfahren zur Berechnung der Verkehrsstärke aus Fahrzeug-generierten Daten beschrieben (siehe z.B. Kwella B. und Lehmann H., Floating Car Data Analysis of Urban Road Networks, Online Publikation des Fraunhofer Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik <http://www.first.gmd.de>).

Auch in der Patentliteratur werden Verfahren zur Berechnung der Verkehrsstärke beschrieben. Die DE 100 18 562 C1 beschreibt ein Verfahren zur Gewinnung von Verkehrsdaten in einem Verkehrsnetz mit geregelten Verkehrsknoten, das auf der Berechnung von Verkehrsströmen an den Verkehrsknoten und sich bildenden Warteschlangen beruht. Weitergehende Parameter des Straßennetzes müssen für dieses Verfahren bekannt sein (Zahl der Fahrstreifen eines Segmentes, Position und Programmierung der Signalanlagen). Die gleichen Anforderungen an die Datenqualität stellt ein Verfahren zur Verkehrslagebestimmung für ein Verkehrsnetz, das in der EP 115 43 89 A1 dargestellt wird. Auch das in der EP 1 176 569 A2 beschriebene Verfahren zur Bestimmung des Verkehrszustandes in einem Verkehrsnetz mit effektiven Engstellen setzt Kenntnisse über den Zusammenhang der Parameter Verkehrsstärke und Geschwindigkeit mit den Verkehrsmustern in einzelnen Segmenten voraus. Erst aus dem Vergleich aktueller Messungen der Geschwindigkeit von Fahrzeugen aus dem Verkehrsstrom mit den bekannten Mustern kann auf die Verkehrssituation und ihre Entwicklung geschlossen werden.

Aus der DE 196 38 070 A1 ist ein Verfahren zur Erfassung von Verkehrsdaten von Fahrzeugen bekannt, bei dem diese Fahrzeuge jeweils mit mindestens einer dezentralen Einheit ausgerüstet sind, die mindestens eine Funktion zur Mobilkommunikation sowie eine Funktion zum Erlangen einer Zeitinformation und zur Speicherung aufweist, wobei mehreren dezentralen Einheiten mindestens eine Zentraleinheit mit Steuerungsfunktionen und Verarbeitungsfunktionen zugeordnet ist. Dabei ist vorgesehen, dass während der Fahrt mittels der dezentralen Einheit die Zellen charakterisierende Informationen und andere funk- und übertragungstechnische Informationen empfangen und ausgewertet werden und dass den Zellwechsel charakterisierende Informationen zusammen mit Zeitmarken aufgezeichnet werden.

Gemäß der WO 01/01367 A1 wird der Weg eines in einem Fahrzeug mitgeführten Mobiltelefones rekonstruiert und anhand der Reihenfolge der Zellen die Zuordnung zur Straße getroffen. Weiters wird in der WO 01/01367 zwar angeführt, dass nicht in Fahrzeugen mitgeführte Mobiltelefone herausgefiltert werden müssen, jedoch keine konkrete Vorgangsweise zur Umsetzung dieses notwendigen Verfahrensschrittes angeführt.

Das Verfahren der eingangs genannten Art ist erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angeführten Merkmale charakterisiert. Das erfindungsgemäße System der eingangs genannten Art ist durch die im Kennzeichen des Anspruches 8 angeführten Merkmale charakterisiert.

Das erfindungsgemäße Verfahren und das erfindungsgemäße System, das zum Einsatz dieses Verfahrens entwickelt wurde, beruhen auf der automatischen Erfassung und Auswertung von logischen GSM-Parametern und anonymisierten Verwaltungsdaten eines Mobilfunk-Betreibers.

Zur Erfassung und Optimierung des Datenverkehrs in den Mobilfunknetzen werden von Mobilfunk-Betreibern verschiedenste Daten erfasst. Die Daten werden über GSM Kanäle, welche Voice- oder Userdaten transportieren ("Traffic Channels") und GSM Kanäle zur Signalisierung und Synchronisation ("Control Channels") gesendet. Jeder User, der sein Mobiltelefon eingeschaltet hat, ist

in einer Mobilfunkzelle (MFZ) angemeldet. Bewegt sich der User aus dem Funkversorgungsbereich seiner MFZ hinaus, so wird er in der nächsten MFZ angemeldet. Dieser Zellwechsel wird durch das GSM Netz (in der für die Mobilfunkzelle zuständigen übergeordneten Vermittlungseinrichtung) registriert und als logischer Parameter (logischer Anmeldungszähler) für die neue MFZ gespeichert. Da die Zellen-ID beider Zellen bekannt ist, kann festgestellt werden, in welche Richtung sich das Mobiltelefon (MT) bewegt hat. Die Datenauswertung der logischen GSM Parameter ist völlig anonym und lässt keinerlei Rückschlüsse auf Personen zu.

Bei der erfindungsgemäßen Vorgangsweise werden keine dezentralen Einheiten zur Erfassung eingesetzt. Stattdessen werden die vom Mobilfunk-Betreiber in der Zentrale erfassten Daten (logische GSM-Parameter) genutzt. Bewegt sich ein Mobiltelefon aus dem Funkversorgungsbereich seiner Mobilfunkzelle MFZ hinaus, so wird es in der nächsten MFZ angemeldet. Dieser Zellwechsel wird durch das GSM Netz übertragen in der für die Mobilfunkzelle zuständigen übergeordneten Vermittlungseinrichtung registriert und als logischer Parameter (logischer Anmeldungszähler) für die neue MFZ gespeichert. Da die Zellen-ID beider Zellen („von“ Zelle – „nach“ Zelle) bekannt ist, kann festgestellt werden, in welche Richtung sich das Mobiltelefon (MT) bewegt hat. Die Datenauswertung der logischen GSM Parameter erfasst somit nur die Summe der Zellwechsel und beruht daher nicht auf der Rekonstruktion des Fahrweges eines in einem Fahrzeug mitgeführten Mobiltelefons. Als Ergebnis liegt die Summe der Fahrzeuge pro Zeiteinheit an einer virtuellen Zählstelle vor, nachdem die Verkehrsstärken der virtuellen Zählstellen mit gemessenen Verkehrsstärken an parallelen Eichquerschnitten korreliert wurden.

Das erfindungsgemäße Verfahren nützt die Information des logischen Anmeldungszählers, wenn ein Verkehrsteilnehmer, insbesondere ein KFZ, die Mobilfunkzelle wechselt. Der Übergangsbereich zwischen zwei Zellen liegt entweder auf einem Straßenabschnitt bzw. schneidet diesen oder wird durch Anpassung von Lage und Größe der MFZ auf einem Straßenabschnitt angeordnet, und dadurch ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Übergangsbereich und einem Straßenabschnitt hergestellt (siehe Fig. 2). An dieser virtuellen Zählstelle kann die Zunahme des logischen Anmeldungszählers, durch die ein Zellwechsel eines Verkehrsteilnehmers aus einer anderen MFZ erfasst wird, einer Fahrt des Verkehrsteilnehmers von der anderen in diese Zelle über den beobachteten Straßenabschnitt zugeordnet werden. Diese Vorgangsweise eignet sich vor allem für den urbanen Bereich, da hier eine höhere MFZ-Dichte gegeben ist und somit geeignete Zellkombinationen zur Anordnung von Messquerschnitten an Strassen realisiert werden können. Sie kann jedoch auch auf Autobahnen mit einer geringeren Dichte an MFZ zum Einsatz kommen.

Falls die virtuellen Zählstellen an Straßen mit öffentlichem Verkehr eingerichtet werden sollen oder öffentlicher Verkehr parallel zu den Straßen mit virtuellen Zählstellen verläuft bzw. diese Zählstellen quert, kann es notwendig werden, die Zählraten der Mobiltelefone in den öffentlichen Verkehrsmitteln herauszufiltern. Dies wird insbesondere durch Entfernung der Spitzenwerte, die durch die periodische Fahrt der öffentlichen Verkehrsmittel entstehen und anhand ihres Fahrplans ermittelt wurden, durchgeführt. Falls die Filterung nicht möglich ist, wird eine Korrektur über einen Schätzwert in der im folgenden beschriebenen Funktion durchgeführt.

Aus dem Zusammenhang zwischen der Zahl der Zellwechsel und den Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, wird eine Funktion (F1) ermittelt, die diesen Zusammenhang beschreibt. Diese Funktion enthält als Faktor den aktuellen Marktanteil des Mobil-Telefonbetreibers und in Abhängigkeit von der Nutzung der Straße einen Schätzwert für den Anteil des öffentlichen Verkehrs (falls dieser Einfluss nicht anhand von empirisch ermittelten Spitzenwerten gefiltert wurde) und einen weiteren für den Anteil des Fußgänger-Verkehrs.

$$Q = W / MA - (W / MA) * A(\ddot{O}V) - (W / MA) * A(FG) \quad (F1)$$

Q... Verkehrsstärke [KFZ/h]

W... Anzahl der Zellwechsel an einem Straßenabschnitt

MA ... aktueller Marktanteil des Mobiltelefon-Betreibers

A(ÖV) ... Anteil öffentlicher Verkehr am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes

A(FG) ... Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes

Zur Kalibrierung und Validierung des Marktanteils werden Stichproben der tatsächlichen

Verkehrsmengen (Zählraten) an ausgewählten Straßenquerschnitten mit der Verkehrsstärke an parallelen virtuellen Zählstellen korreliert (Fig. 3). Durch eine Online erfolgende Kalibration können Änderungen des Marktanteils und der Benutzungsgewohnheiten der Mobiltelefone laufend berücksichtigt werden.

5 Nach Ermittlung der Anzahl der Zellwechsel kann diese Größe durch Division durch den aktuellen Marktanteil auf einen Gesamtwert für alle Verkehrsteilnehmer hochgerechnet werden. Wenn die Entfernung der Spitzenwerte, die durch die periodische Fahrt der öffentlichen Verkehrsmittel entstehen und anhand ihres Fahrplans ermittelt werden, nicht durchführbar ist, wird der Anteil des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes geschätzt. Dann wird der Anteil
10 des öffentlichen Verkehrs mit dem geschätzten Anteil des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes berechnet wird, vom Gesamtwert abgezogen. Weiters wird der Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes abgeschätzt. Auf Basis dieses Wertes wird der Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Verkehrsstrom eines Straßenabschnittes, der aus der Multiplikation des Gesamtwertes mit dem geschätzten Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes berechnet wird, zusätzlich vom Gesamtwert abgezogen (siehe F1).

Aus den Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, die vorteilhafterweise mit Hilfe der beschriebenen Funktion berechnet wurde, kann eine Zeitreihe gebildet und in einer Datenbank
20 gespeichert werden. Aus den aktuellen Zeitreihen kann über ein herkömmliches statistisches Verfahren oder durch Vergleich mit historischen Zeitreihen des Straßenabschnittes eine Aussage über die Entwicklung des Verkehrsstromes, insbesondere der Verkehrsstärke gemacht werden (Fig. 4).

Der logische GSM Parameter, der die Anzahl der Gespräche in einer MFZ wiedergibt, kann zusätzlich zur Generierung von Verkehrsdaten eingesetzt werden. Im Falle eines Staus auf einer Straße oder Autobahn steigt die Anzahl der geführten Gespräche in einem definierten Zeitintervall
25 signifikant an. Wenn der zeitliche Verlauf der Verkehrsstärke ein lokales Minimum erreicht hat und sich daher mit großer Wahrscheinlichkeit ein Stau gebildet hat, kann der gleichzeitige Anstieg der Anzahl der Gespräche als zusätzlicher Indikator für das Vorliegen des Staus gewertet bzw. berechnet werden.

Definierte Verwaltungsdaten der Mobilfunk-Betreiber (Benutzerprofil-Daten) enthalten die Anfangs- und Endpositionen des Gespräches (in Form der Mobilfunkzellen-ID) und die Gesprächszeit. Nach Anonymisierung der Daten werden die Anfangs- und Endpositionen in tabellarischer Form (Quell-Ziel-Matrix) in einem Straßennetz über eine gewisse Zeitspanne, insbesondere mehrere
35 Tage erfasst. Mit Hilfe eines herkömmlichen Routing-Verfahrens wird die kürzeste Fahrstrecke zwischen Anfangs- und Endpunkt ermittelt. Durch Übertragung dieser erweiterten Quell-Ziel-Matrix in eine Recheneinheit zur Verkehrsprognose kann eine Darstellung über die Richtung und Aufteilung von Verkehrsströmen (z.B. häufigste Fahrtrouten, Aufteilung der Verkehrsströme an Knotenpunkten, ...) errechnet werden (siehe Fig. 5). Die erweiterte Quell-Ziel-Matrix enthält somit wichtige
40 Eingangsgrößen für flächendeckende Verkehrsprognosen, verkehrstechnische Analysen und Verkehrssimulationen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines erfindungsgemäßen Systems. Fig. 2 zeigt Straßen-
45 zügen zugeordnete Mobilfunkzellen. Fig. 3 zeigt ein Diagramm betreffend den Zusammenhang zwischen Zellenwechsel und Verkehrsstärke. Fig. 4 zeigt das Diagramm einer Zeitreihe zur Prognose der Verkehrsstärke. Fig. 5 zeigt die Richtung und Aufteilung von Verkehrsströmen in einem Straßennetz.

Das erfindungsgemäße System zur Ermittlung von Verkehrsdaten umfasst eine Reihe von Einheiten, die räumlich getrennt oder auch räumlich entfernt voneinander, allerdings miteinander
50 verbunden vorliegen. Die einzelnen Komponenten dieses Systems werden insbesondere von Recheneinheiten verwirklicht, die auch zu einem Gesamtrechner verbunden werden können, auf den die logischen GSM-Parameter übertragen werden und der gegebenenfalls eine Schnittstelle zu einer Recheneinheit für Verkehrsprognose (8) umfasst. Die Funktionsweise der einzelnen Einheiten kann durch eine zentrale Einheit (10) koordiniert werden. Die einzelnen Erfassungs- und Zähl-
55 Rechenschritte werden insbesondere durch entsprechende Programmabläufe durchgeführt.

Das erfindungsgemäße System (9) ist schematisch in Fig. 1 dargestellt. Dieses System kann insbesondere auch in einer Zentrale eines Mobilfunkbetreibers eingerichtet werden. Das System umfasst eine geographische Datenbank (1), eine Zähleinheit zur KFZ-Zählung (2), gegebenenfalls gekoppelt mit einer Einheit zur Filterung von öffentlichem Verkehr (2a), einen Funktionsgenerator (3), vorteilhafterweise umfassend drei Rechenmodule (3a), (3b) und (3c), eine Auswerteeinheit zur Funktionsauswertung (4), eine Recheneinheit zur Zeitreihen-Analyse (5), vorzugsweise eine Einheit zur Errechnung eines Stau-Indikators (6), eine Einheit zur Erfassung einer Quell-Ziel-Matrix (7) und eine Schnittstelle (8) zu einer Recheneinheit für Verkehrsprognose (12). Der zeitliche Ablauf der Systemschritte wird durch eine zentrale Einheit (10) gesteuert.

Als Datengrundlage wird durch die geographische Datenbank (1) der Übergangsbereich (1b) zwischen zwei Mobilfunk-Zellen (1a) eindeutig einem Straßenabschnitt (1c) zugeordnet, indem Lage und Größe der Mobilfunk-Zellen (1a) angepasst werden und der Übergangsbereich (1b) als virtuelle Zählstelle definiert wird (siehe Fig. 2). Die von den Verkehrsteilnehmern (11) erhaltenen Mobilfunkdaten werden dem System (9) entweder direkt über die Mobilfunkzentrale zugeführt oder werden in der Mobilfunkzentrale gespeichert und in Form von gespeicherten Daten auf Datenträgern oder Datenleitungen mitgeteilt.

Mit der Zähleinheit (2) wird die Zunahme eines logischen Anmeldenzählers einer Mobilfunk-Zelle (1a), der ein Zellwechsel eines Verkehrsteilnehmers, insbesondere eines KFZ entspricht, erfasst und einer Fahrt dieses Verkehrsteilnehmers in diese Zelle (1a) über den beobachteten Straßenabschnitt (1c) zugeordnet. Mit der Einheit (2a) zur Filterung von öffentlichem Verkehr werden danach die Zählzeiten von Mobil-Telefonen in öffentlichen Verkehrsmitteln herausgefiltert, insbesondere durch Entfernung von empirisch ermittelten Spitzenwerten, durch welche die periodische Fahrt der öffentlichen Verkehrsmittel beschrieben wird.

Anschließend wird vom Funktionsgenerator (3) ein Zusammenhang (Funktion) zwischen der Zahl der Zellwechsel an der virtuellen Zählstelle (1b) und den Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, auf diesem Straßenabschnitt (1c) ermittelt. Dieser besteht aus drei Modulen, die nacheinander zum Einsatz kommen.

1. Von der Einheit (3a) zur Hochrechnung auf die Verkehrsstärke wird die Anzahl der Zellwechsel durch Division durch den aktuellen Marktanteil auf einen Gesamtwert für alle Verkehrsteilnehmer hochgerechnet. Wenn der aktuelle Marktanteil nicht bekannt ist, kann er abgeschätzt werden.
2. Wenn eine Entfernung von empirisch ermittelten Spitzenwerten mit der Einheit (2a) nicht durchführbar ist, wird mit der Einheit zur Abschätzung des öffentlichen Verkehrs (3b) der Anteil des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes geschätzt und der Anteil des öffentlichen Verkehrs am Verkehrsstrom eines Straßenabschnittes (1c), der aus der Multiplikation des Gesamtwertes mit dem geschätzten Anteil des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes (1c) berechnet wird, vom Gesamtwert abgezogen.
3. Von der Einheit (3c) zur Abschätzung des Fußgänger-Anteils wird zusätzlich der Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Verkehrsstrom eines Straßenabschnittes (1c), der aus der Multiplikation des Gesamtwertes mit dem geschätzten oder empirisch ermittelten Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes (1c) berechnet wird, vom Gesamtwert abgezogen.

Es ist möglich, die erfassten logischen Anmeldezähler auf unterschiedliche Weise auszuwerten und entsprechend unterschiedliche Funktionen zu bilden und auszuwerten; die von den Einheiten 3a, 3b und 3c erhaltenen Daten können auch für sich ausgewertet werden.

Im Anschluss daran wird von der Auswerteeinheit (4) die ermittelte Funktion eingesetzt, um aus der Zahl der Zellwechsel Verkehrsdaten, insbesondere die Verkehrsstärke, zu berechnen.

Von der Recheneinheit zur Zeitreihen-Analyse (5) wird eine Zeitreihe aus den berechneten bzw. ermittelten Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, gebildet (siehe Fig. 4) und mit Hilfe eines herkömmlichen statistischen Verfahrens zur Zeitreihen-Analyse oder durch Vergleich von Zeitreihen eine Voraussage (Prognose) der Entwicklung des Verkehrszustandes, insbesondere der Verkehrsstärke, getroffen.

In weiterer Folge wird von der Einheit zur Errechnung eines Stau-Indikators (6) der Anstieg des logischen GSM Parameters für die Anzahl der Gespräche in einer Mobilfunk-Zelle (1a) als zusätzlicher Indikator für das Vorliegen eines Staus berechnet, wenn gleichzeitig der zeitliche Verlauf der Verkehrsstärke ein lokales Minimum erreicht.

Schließlich werden von der Einheit zur Erfassung einer Quell-Ziel-Matrix (7) anonymisierte Verwaltungsdaten, insbesondere Start- und Endposition des Gespräches und die Gesprächszeit über mehrere Tage in einer Quell-Ziel-Matrix erfasst, und zur Erweiterung der Quell-Ziel-Matrix durch ein herkömmliches Routing-Verfahren Richtung und Verteilung der Verkehrsströme in einem Straßennetz errechnet.

Zuletzt werden von der Schnittstelle zu einer Recheneinheit für Verkehrsprognose (8) die Ergebnisse der Verfahrensschritte gemäß Anspruch 1 in eine Recheneinheit für Verkehrsprognose (12) übertragen, die insbesondere für eine flächendeckende Verkehrsprognose und/oder für verkehrstechnische Analysen und Verkehrssimulationen eingesetzt wird.

Die Auswertung von ausgewählten logischen GSM-Parametern und anonymisierten Verrechnungsdaten ermöglicht somit die Messung und Berechnung der wichtigsten Größen für eine flächendeckende Verkehrsprognose, mit der zukünftige Verkehrszustände, insbesondere die Entwicklung der Verkehrsstärke, ermittelt werden können. Weiters stellen die Verkehrsstärke und die Quell-Ziel-Matrix die wichtigsten Eingangsgrößen für verkehrstechnische Analysen (z.B. Verkehrsstrom-Analysen), Verkehrssimulationen (z.B. Verkehrsnachfrage-Modelle) und Verkehrsprognose-Modellen dar, mit denen Verkehrszustände im erfassten Straßennetz modelliert werden können. Die Informationen über den Verkehrszustand können auch zur Verkehrssteuerung (in einer Verkehrsleitzentrale) oder zur Verkehrsinformation (in einer Verkehrsinformationszentrale) eingesetzt werden.

Die Stichproben können laufend genommen werden, z.B. in zeitlichen Abständen von einigen Minuten oder stündlich oder in stundenweisen Abständen, vorzugsweise innerhalb von Zeiten mit für die Erstellung von Verkehrsdaten markantem Verkehrsaufkommen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Ermittlung von Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, wobei Mobilfunkdaten von Verkehrsteilnehmern in der Zentrale des jeweiligen Mobilfunk-Betreibers erhoben und in Hinblick auf einen Zellenwechsel der Verkehrsteilnehmer in diesem Mobilfunknetz ausgewertet werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 1. der Übergangsbereich zwischen zwei Mobilfunk-Zellen eindeutig einem den Übergangsbereich querenden Straßenabschnitt zugeordnet wird, indem Lage und Größe der Mobilfunk-Zellen gegebenenfalls angepasst werden und der Übergangsbereich als virtuelle Zählstelle definiert wird,
 2. die Zunahme eines logischen Anmeldungszählers einer Mobilfunk-Zelle, die einem Zellwechsel eines Verkehrsteilnehmers, insbesondere eines KFZ, entspricht, erfasst und einer Fahrt dieses Verkehrsteilnehmers in diese Zelle über den beobachteten Straßenabschnitt zugeordnet wird,
 3. ein Zusammenhang (Funktion) zwischen der Zahl der Zellwechsel an der virtuellen Zählstelle und den Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, auf diesem Streckenabschnitt ermittelt wird, wozu vorzugsweise Stichproben von mit herkömmlichen Verfahren gemessenen Verkehrsstärken an Eichquerschnitten mit Verkehrsstärken von KFZ an parallelen virtuellen Zählstellen korreliert werden, und
 4. die ermittelte Funktion eingesetzt wird, um aus der Zahl der Zellwechsel Verkehrsdaten, insbesondere die Verkehrsstärke, zu berechnen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zählraten von Mobil-Telefonen in öffentlichen Verkehrsmitteln herausgefiltert werden, insbesondere durch Entfernung von empirisch ermittelten Spitzenwerten, die periodischen Fahrten der öffentlichen Verkehrsmittel entsprechen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Funktion (F1)
 1. die festgestellte Anzahl der Zellwechsel durch Division durch den aktuellen Marktanteil des Mobiltelefon-Betreibers auf einen Gesamtwert für alle Verkehrsteilnehmer hochgerechnet und dieser Gesamtwert zur weiteren Auswertung herangezogen wird und/oder

2. der Anteil des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes geschätzt bzw. empirisch ermittelt wird und der Anteil des öffentlichen Verkehrs am Verkehrsstrom eines Straßenabschnittes, der aus der Multiplikation des Gesamtwertes mit dem geschätzten Anteil des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes berechnet wird, vom Gesamtwert abgezogen und dieser reduzierte Wert zur weiteren Auswertung herangezogen wird und/oder
3. der Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Verkehrsstrom eines Straßenabschnittes, der aus der Multiplikation des Gesamtwertes mit dem geschätzten bzw. empirisch ermittelten Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes berechnet wird, vom Gesamtwert abgezogen und dieser reduzierte Wert zur weiteren Auswertung herangezogen wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Zeitreihe aus den berechneten Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, gebildet wird und gegebenenfalls mit Hilfe eines herkömmlichen statistischen Verfahrens zur Zeitreihen-Analyse und/oder durch Vergleich von Zeitreihen eine Voraussage (Prognose) der Entwicklung des Verkehrszustandes, insbesondere der Verkehrsstärke, getroffen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Anstieg des logischen GSM Parameters für die Anzahl der Gespräche in einer Zelle als zusätzlicher Indikator für das Vorliegen eines Staus herangezogen wird, insbesondere wenn der zeitliche Verlauf der Verkehrsstärke ein lokales Minimum erreicht hat.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
anonymisierte Verwaltungsdaten, insbesondere Start- und Endposition des Gespräches und die Gesprächszeit über eine vorgegebene Zeitspanne in einer Quell-Ziel-Matrix erfasst werden, und vorzugsweise zur Erweiterung der Quell-Ziel-Matrix durch ein herkömmliches Routing-Verfahren Richtung und Verteilung der Verkehrsströme in einem Straßennetz errechnet werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verkehrsdaten insbesondere für die Messung und Berechnung der wichtigsten Größen für eine flächendeckende Verkehrsprognose und/oder der wichtigsten Eingangsgrößen für verkehrstechnische Analysen und Verkehrssimulationen eingesetzt werden.
8. System zur Ermittlung von Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, wobei Mobilfunkdaten von Verkehrsteilnehmern in der Zentrale des jeweiligen Mobilfunk-Betreibers erhoben und in Hinblick auf einen Zellenwechsel der Verkehrsteilnehmer in diesem Mobilfunknetz ausgewertet werden, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
1. das System (9) eine geographische Datenbank (1) umfasst, in der der Übergangsbereich zwischen zwei Mobilfunk-Zellen (1a) eindeutig einem Straßenabschnitt (1c) zugeordnet ist, wobei die Lage und Größe der Mobilfunk-Zellen (1a) an den Straßenabschnitt (1c) angepasst sind, und der Übergangsbereich als virtuelle Zählstelle (1b) definiert ist,
 2. das System (9) eine Zähleinheit (2) zur KFZ-Zählung umfasst, die die Zunahme eines der jeweiligen Mobilfunk-Zelle (1a) zugeordneten logischen Anmeldungszählers, die einem Zellwechsel eines Verkehrsteilnehmers, insbesondere eines KFZ, entspricht, registriert und als Fahrt dieses Verkehrsteilnehmers in diese Zelle über den Übergangsbereich des beobachteten Straßenabschnitt (1c) wertet,
 3. an die Zähleinheit (2) ein Funktionsgenerator (3) angeschlossen ist, der den Zusammenhang (Funktion) zwischen der Zahl der Zellwechsel an der virtuellen Zählstelle (1b) und Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, auf diesem Straßenabschnitt (1c) ermittelt, wozu vorzugsweise Stichproben von mit herkömmlichen Verfahren gemessenen Verkehrsstärken von KFZ mit Verkehrsstärken an parallelen virtuellen Zähl-

stellen (1b) korreliert werden,

4. an den Funktionsgenerator (3) eine Auswerteeinheit (4) angeschlossen ist, in der mit der ermittelten Funktion Verkehrsdaten, insbesondere die Verkehrsstärke, aus der Zahl der Zellwechsel berechenbar wird.

- 5 9. System nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Zählereinheit (2) eine Einheit (2a) zum Herausfiltern der Zählzeiten von Mobil-Telefonen in öffentlichen Verkehrsmitteln angeschlossen ist, insbesondere durch Entfernung von empirisch ermittelten Spitzenwerten, die periodischen Fahrten von öffentlichen Verkehrsmitteln entsprechen.

10

10. System nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

1. der Funktionsgenerator (3) eine Recheneinheit (3a) umfasst, in der die Anzahl der festgestellten Zellwechsel durch Division durch den aktuellen Marktanteil des jeweiligen Mobiltelefon-Betreibers auf einen Gesamtwert für alle Verkehrsteilnehmer hochgerechnet wird und/oder

15

2. das System eine Recheneinheit (3b) zur Ermittlung des Anteiles des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes umfasst, in der der Anteil des öffentlichen Verkehrs am Verkehrsstrom eines Straßenabschnittes, der aus der Multiplikation des Gesamtwertes mit dem geschätzten Anteil des öffentlichen Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes berechnet wird, vom Gesamtwert abgezogen wird und/oder

20

3. das System eine Recheneinheit (3c) zur Abschätzung des Fußgänger-Anteils umfasst, mit der der Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Verkehrsstrom eines Straßenabschnittes, der aus der Multiplikation des Gesamtwertes mit dem geschätzten Anteil des Fußgänger-Verkehrs am Gesamtverkehr eines Straßenabschnittes berechnet wird, vom Gesamtwert abgezogen wird.

25

11. System nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Auswerteeinheit (4) eine Recheneinheit zur Zeitreihen-Analyse (5) umfasst, mit der eine Zeitreihe aus den berechneten Verkehrsdaten, insbesondere der Verkehrsstärke, gebildet wird und gegebenenfalls mit Hilfe eines herkömmlichen statistischen Verfahrens zur Zeitreihen-Analyse und/oder durch Vergleich von Zeitreihen eine Voraussage (Prognose) der Entwicklung des Verkehrszustandes, insbesondere der Verkehrsstärke, getroffen wird.

30

- 35 12. System nach einem der Ansprüche 8 bis 11,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Auswerteeinheit (4) eine Einheit (6) zur Errechnung eines Stau-Indikators (6) umfasst, mit der der Anstieg des logischen GSM Parameters für die Anzahl der Gespräche in einer Zelle als zusätzlicher Indikator für das Vorliegen eines Staus berechnet wird, insbesondere wenn der zeitliche Verlauf der Verkehrsstärke ein lokales Minimum erreicht hat.

40

13. System nach einem der Ansprüche 8 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Auswerteeinheit (4) eine Einheit zur Erstellung einer Quell-Ziel-Matrix (7) aufweist, mit der anonymisierte Verwaltungsdaten, insbesondere Start- und Endposition des Gespräches und die Gesprächszeit über eine vorgegebene Zeitspanne in einer Quell-Ziel-Matrix erfasst werden, und vorzugsweise zur Erweiterung der Quell-Ziel-Matrix durch ein herkömmliches Routing-Verfahren Richtung und Verteilung der Verkehrsströme in einem Straßennetz herangezogen werden.

45

- 50 14. System nach einem der Ansprüche 8 bis 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Auswerteeinheit (4) eine Schnittstelle (8) für eine Recheneinheit (12) für Verkehrsprognose zur Erstellung einer flächendeckenden Verkehrsprognose und/oder für verkehrstechnische Analysen und Verkehrssimulationen aufweist.

55

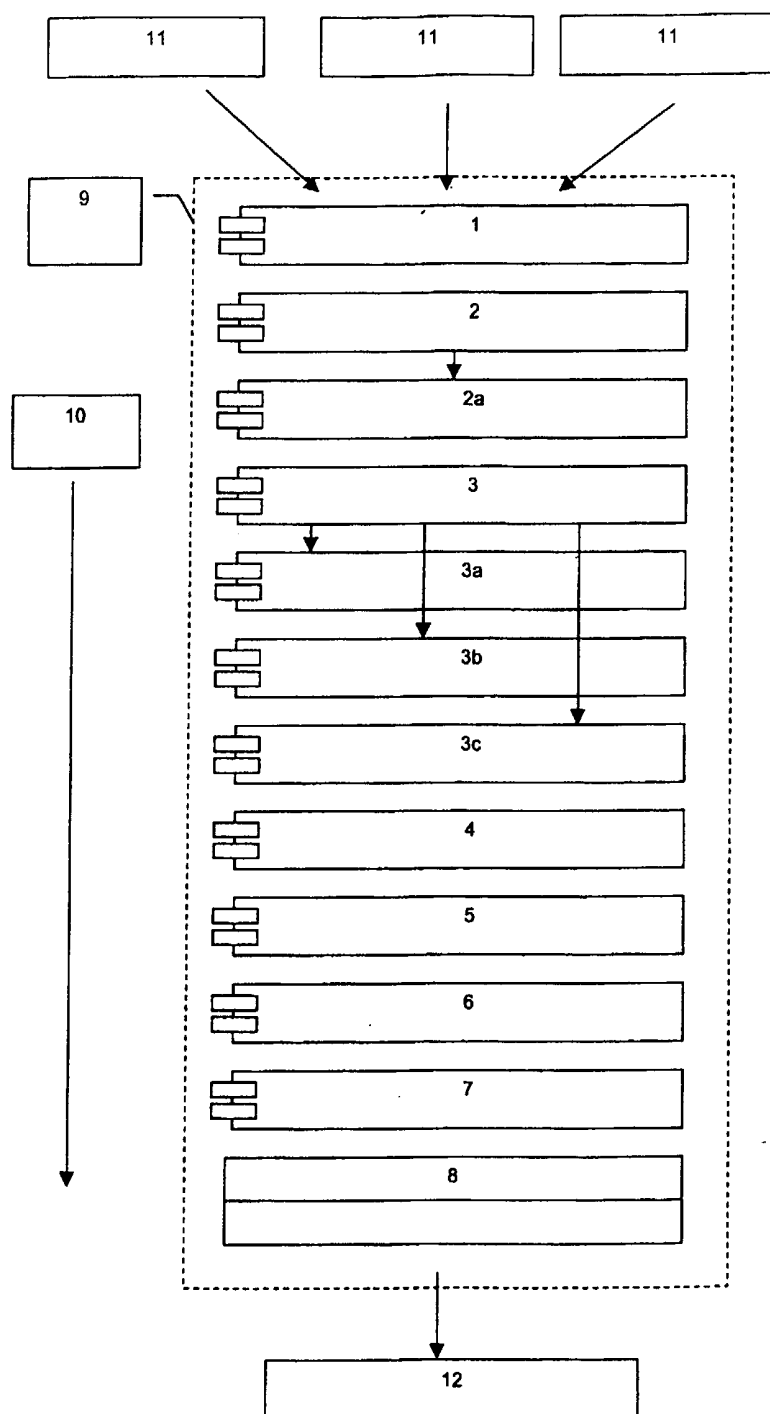


Fig. 1

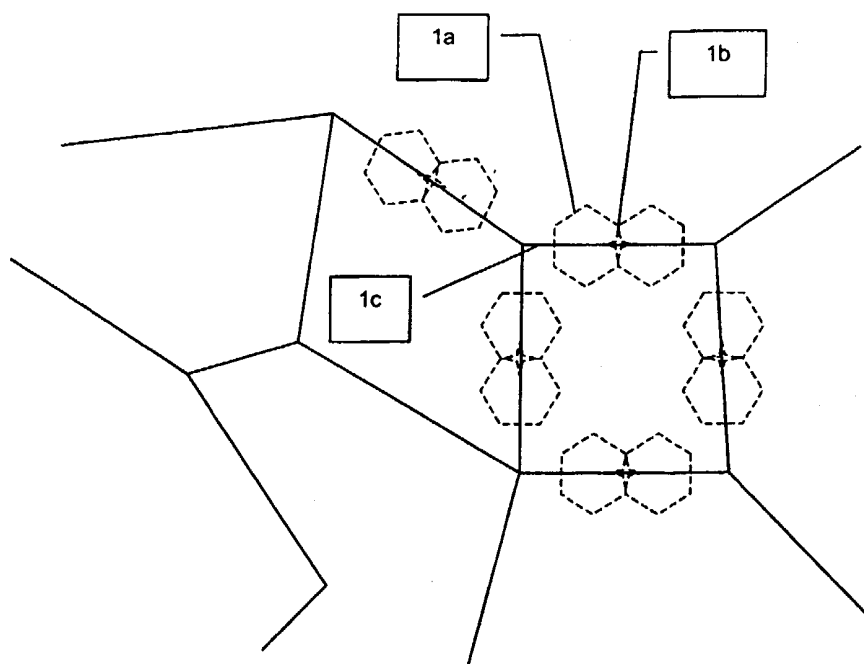


Fig. 2

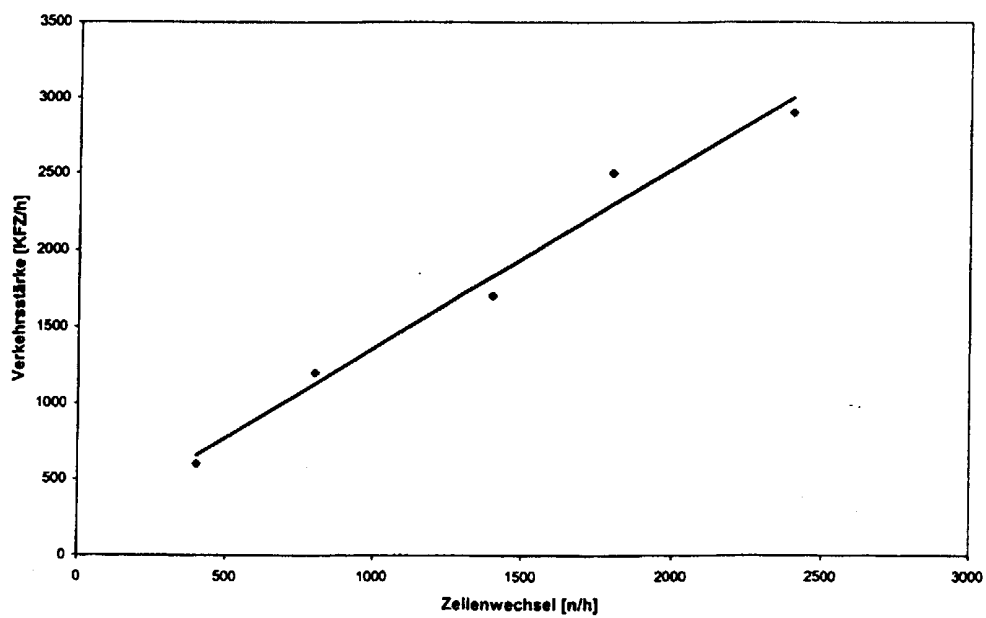


Fig. 3

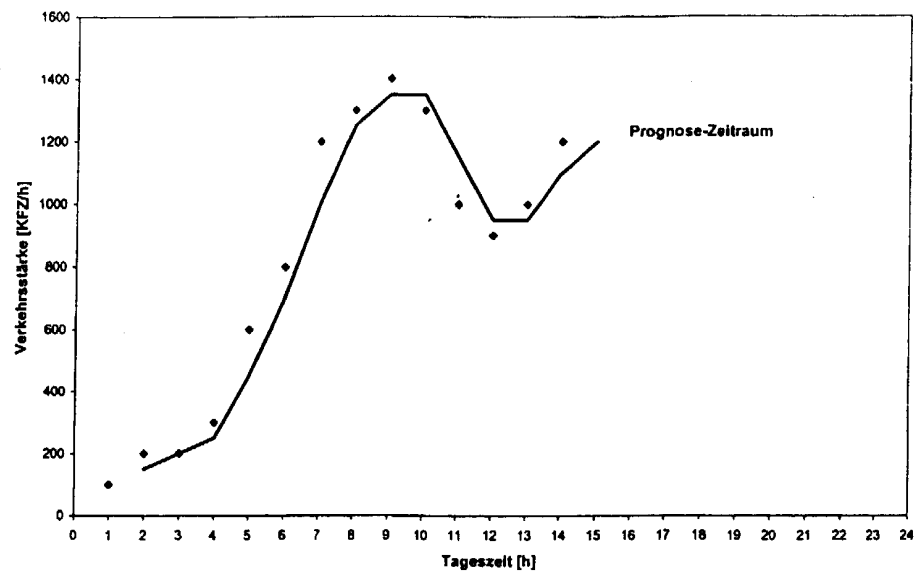


Fig. 4

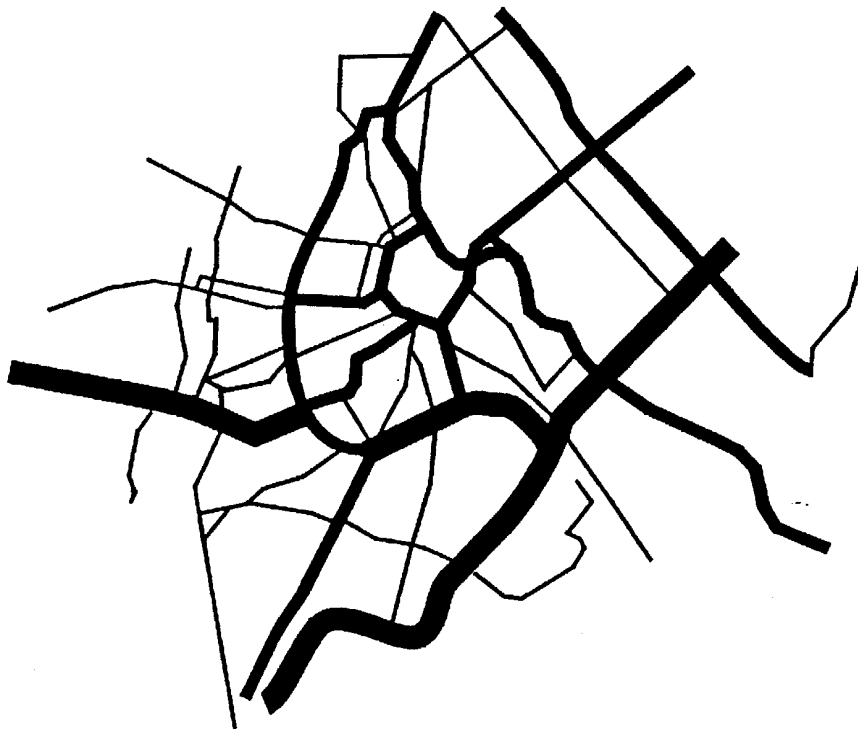


Fig. 5