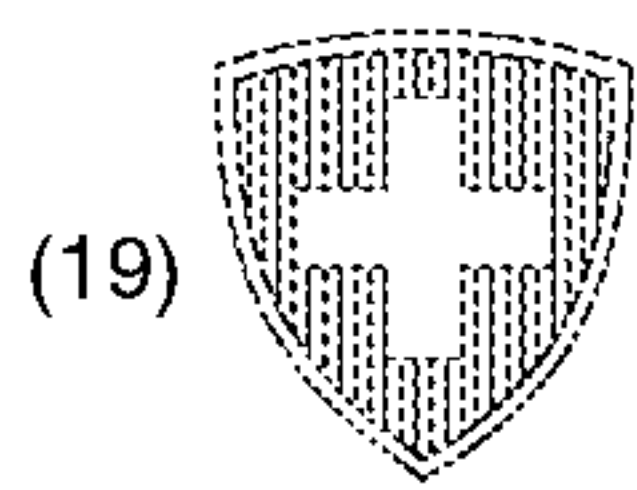




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 714 036 B1

(51) Int. Cl.: G06Q 40/08 (2012.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01489/18

(22) Anmeldedatum: 07.11.2016

(43) Anmeldung veröffentlicht: 11.05.2018

(24) Patent erteilt: 31.03.2020

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.03.2020

(73) Inhaber:
Swiss Reinsurance Company Ltd., Mythenquai 50/60
8022 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
Iordanis Chatziprodromou, 8002 Zürich (CH)
Uwe Nagel, 8050 Zürich (CH)
Ramya Ventkateswaran, 8953 Dietikon (CH)
Peter Larkin, 8038 Zürich (CH)
Christian Elsasser, 8400 Winterthur (CH)

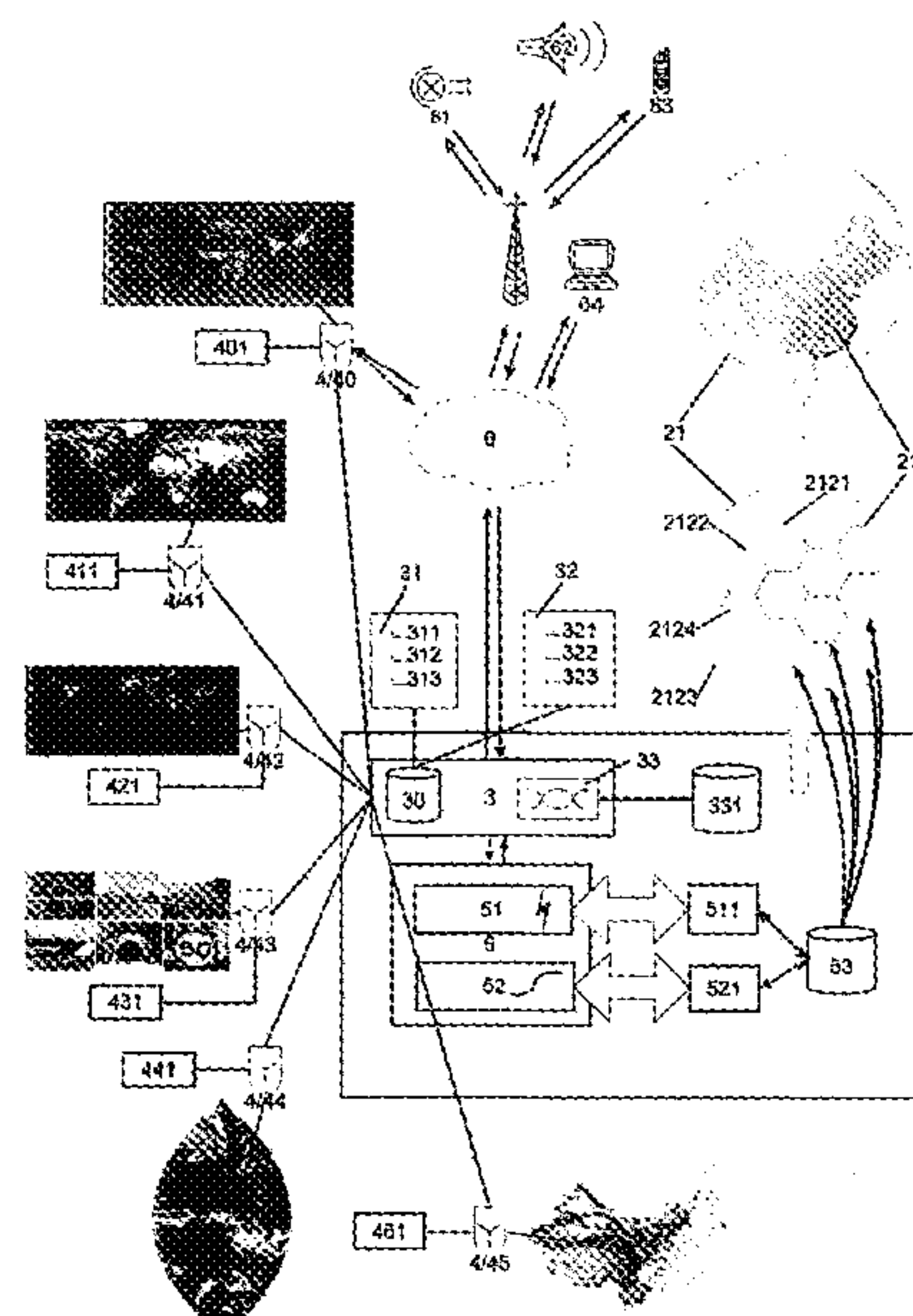
(74) Vertreter:
Dr. Fabian Leimgruber, ThomannFischer
Elisabethenstrasse 30
4010 Basel (CH)

(86) Internationale Anmeldung:
PCT/EP 2016/076783

(87) Internationale Veröffentlichung:
WO 2018/082784

(54) System und Verfahren zur Vorhersage von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen.

(57) Vorgeschlagen werden ein System und ein Verfahren zum Messen und Vorhersagen von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen ausschliesslich auf der Basis von nicht versicherungsbezogenen Messdaten und auf der Basis einer automatisierten Verkehrsmustererkennung, wobei Datensätze von Unfallereignissen erzeugt werden und ortsabhängige Wahrscheinlichkeitswerte für mit dem Risiko eines Autounfalls verknüpfte spezifische Unfallbedingungen ermittelt werden. Somit stellt das vorgeschlagene System (1) eine rasterbasierte (2121, 2122, 2123, 2124), technisch neue Weise der Automatisierung der Risikovorhersage in Bezug auf Kraftfahrzeugunfälle unter Verwendung von geeigneten Messvorrichtungen und -systemen (41, ..., 45) empfangenen umweltbasierten Faktoren (Höhe, Strassennetz, Verkehrsdaten, Witterungsverhältnisse), umfassend sozioökonomische Faktoren, die den Kraftfahrzeugverkehr beeinflussen und ortsabhängig sind, bereit. Auf diese Weise können Vorhersagen des Unfallrisikos für beliebige Bereiche bereitgestellt werden.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Vorhersage und Ermittlung von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen, insbesondere für die automatisierte ortsabhängige Vorhersage von Autounfällen ausschliesslich auf der Basis von nicht versicherungsbezogenen Daten. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ebenfalls automatisierte Systeme und Verfahren zum Bewerten und/oder Durchführen von Risikotransfers für ein Fahrzeug zwischen risikoexponierten Einheiten und einer automatisierten Risikotransfereinheit wie automatisierten Versicherungssystemen. Die Systeme und Verfahren können automatisierte Mittel zum Sammeln, Erfassen und Verarbeiten von Daten verwenden, um Bewertungsfaktoren für mit einem geographischen Bereich, in dem das Fahrzeug verwendet wird, verknüpfte Rasterorte zu ermitteln. Ferner kann das System ebenfalls geeignete Mittel zur Signalerzeugung und Signalübertragung an elektronisch betriebene und verknüpfte Systeme umfassen.

Stand der Technik

[0002] Vorrichtungen und Verfahren zur automatisierten Verkehrs- und Fahrmustererkennung zum Ermitteln von mit Fahr- oder Verkehrsmustern verknüpften Risiken sind komplex und technisch schwierig oder technisch unmöglich (bis zum Punkt von chaotischem Verhalten des Verkehrs- oder Fahrmusters) auszuführen mit einem ausreichenden Grad an Genauigkeit. Neben dem Ermitteln von verknüpften Risiken ist die Verkehrs- oder Fahrmustererkennung und die Verkehrsmustererkennung ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der meisten modernen intelligenten Verkehrssysteme. Die Erkennung von städtischen Verkehrsverhältnissen bildet die Grundlage von intelligenten Steuer-, Leit-, Synergie- und Risikobewertungssystemen.

[0003] Es gibt verschiedene Ansätze zum Ausführen solcher Systeme im entsprechenden technologischen Gebiet. Alle Ansätze müssen auf irgendeine Weise den mindestens dreidimensionalen Raum mit Verkehrsvolumen, Durchschnittsgeschwindigkeit und Auslastungsverhältnis ermitteln. Ferner muss eine Klassifizierung von Verkehrsverhältnismustern erfolgen, beispielsweise in der Form von gestautem Fluss, zähem Fluss, stetigem Fluss und unbehindertem Fluss. Die Klassifizierung kann beispielsweise auf historischen Verkehrsmustern basieren. Zum Verarbeiten der Daten können die Systeme das Klassifizierungsergebnis von verschiedenen Verkehrsmodellfunktionen vergleichen und somit die Verkehrsverhältnismuster-Erkennung beispielsweise über eine Stützvektormaschine durchführen. Somit müssen die ermittelten Risiko- und Verkehrsfaktoren die Merkmale der Verkehrsverhältnisse widerspiegeln. Die Verkehrsmodellfunktionen müssen mindestens verschiedene Muster von Verkehrsflüssen mit hoher Klassifizierungsgenauigkeit unterscheiden können, wobei die Datennormalisierung einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis der Klassifizierung hat.

[0004] Bei all diesen Steuer-, Leit-, Synergie- und Risikobewertungssystemen basiert die Verkehrsverhältniserkennung und -vorhersage typischerweise auf hochdynamischen Faktoren in zeitlicher und topographischer Auflösung. Obgleich in Bezug auf die zeitliche Dynamik erkannte oder vorhergesagte Verkehrsrisikofaktoren mit einem breiteren zeitlichen Rahmen, beispielsweise einem Tag, einem Monat oder einem Jahr, verknüpft sein können, korreliert die Dynamik von Verkehrsrisikofaktoren direkt mit der Dynamik des Verkehrsverhältnismusters, wobei die Risikofaktoren über den bewerteten Zeitrahmen gemittelt werden.

[0005] Der Risikotransfer in der Versicherungstechnologie, insbesondere für die Underwriting-Verarbeitung während des Risikotransfers, umfasst den Prozess des Bewertens des Werts eines bestimmten Risikos und wiederum das Ermitteln von monetären Ressourcen, die typischerweise in einem periodischen Zeitrahmen zu transferieren sind, zum Schutz vor der Möglichkeit des Eintretens eines mit dem transferierten Risikos verknüpften Risikoereignisses. Zum Sicherstellen der operativen Stabilität des Risikotransfersystems, das heisst des Versicherungssystems, sind die transferierten Ressourcen zum Widerspiegeln der Menge einer Auszahlung definiert, wenn ein abgedecktes Ereignis eintritt, in Anbetracht der Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieses Ereignisses. Der Prozess des Ermitteln der Menge von zu transferierenden Ressourcen wird als Bewertung bezeichnet. Der Bewertungsprozess kann eine Reihe von Variablen umfassen, unter anderem Erfahrungsdaten für eine spezifische versicherte Einheit, Erfahrungsdaten für eine Klasse von versicherten Einheiten, Kapitalanlagevorhersagen, Gewinnspannenziele und eine breite Vielfalt von anderen Daten, die zum Vorhersagen des Eintretens von bestimmten realen Ereignissen und der Schadensmenge, die aus solchen Ereignissen vermutlich resultiert, nützlich sind.

[0006] Der Prozess der historischen Bewertung oder Erfahrungsbewertung umfasst das Analysieren der bisherigen Forderungserfahrung, um eine voraussichtliche Menge von Ressourcen (beispielsweise gesammelte Prämien) und/oder eine rückwirkende Menge von Ressourcenanpassung zu ermitteln. Beispielsweise kann eine risikoexponierte Einheit eine grosse Flotte von Fahrzeugen betreiben, wobei diese risikoexponierte Einheit gegebenenfalls versucht, das Fahrzeugrisiko zu transferieren, um Sachschäden und gegebenenfalls Forderungen für Personenschäden abzudecken. Wenn ein Flottenfahrzeug in einen Unfall mit einem anderen Fahrzeug verwickelt ist. Wenn die Flotte gross genug ist oder die risikoexponierte Einheit die Flotte lang genug betrieben hat, stehen gegebenenfalls ausreichend historische Daten zur Verfügung und es können die voraussichtlichen Forderungen für die nächsten Jahre genau geschätzt werden. Diese Schätzung (gegebenenfalls kombiniert mit einer Zuordnung von Ausgaben oder Bewertung einer Verwaltungsgebühr) würde die transferierten monetären Ressourcen, beispielsweise die Versicherungsprämie, in einem idealen Szenario darstellen. Am

Ende des Policenvertragsjahrs kann ein Zuschlag oder eine Erstattung ebenfalls angemessen sein, wenn die tatsächlichen Forderungen für das Jahr höher oder niedriger waren als der geschätzte Forderungsbetrag.

[0007] Automatisierte Systeme zum Ermitteln der Menge von zu poolenden Ressourcen zum Ausgleich eines geeigneten Risikotransfers für ein Fahrzeug, beispielsweise einer Versicherungsprämie, können beispielsweise die Schritte umfassen zum (i) Empfangen von durch Verwenden eines in einem oder einer Mehrzahl von Fahrzeugen enthaltenen Beschleunigungssensors gesammelten Fahrinformationen, (ii) Erkennen eines Fahr- und/oder Verkehrsmusters zu einem Unfallrisiko aus Fahrgewohnheiten der Fahrzeugfahrer anhand der eingegebenen Fahr- und/oder Verkehrsinformationen und schliesslich (iii) Ermitteln der Versicherungsprämie entsprechend der Unfallrisikorate der Fahrer auf der Basis des erkannten Verkehrs- und/oder Fahrmusters.

[0008] Der Risikotransfer für ein typisches Automobil kann aber bei weitem nicht die erforderliche Menge von Daten erzeugen, um eine zuverlässige und genaue Schätzung von voraussichtlichen Forderungen für das Fahrzeug oder die Fahrzeuge zu erstellen. Somit müssen automatisierte Versicherungssysteme typischerweise spezifische Risikotransfers, das heisst spezifische Policen, in einem Risikopool von vergleichbaren Policen vergleichen, um ausreichende Daten zum Erstellen solch einer Schätzung zu erzeugen. Ein Mechanismus hierfür beinhaltet eine Bewertung, welche Daten für ein spezifisches Fahrzeug zur Verfügung stehen (beispielsweise demographische Informationen, Fahrzeugtypen und welche begrenzte Risikotransferinformationen, das heisst Forderungsinformationen, verfügbar sind), und eine Verwendung dieser Daten zum Zuweisen eines geeigneten Pools von Ressourcen zum spezifischen Fahrzeug. Die verschiedenen Arten der für ein automatisiertes Risikotransfersystem verfügbaren Daten zum Durchführen des Bewertungsprozesses sind häufig mit geographischen Orten oder Regionen verknüpft. Diese Verknüpfung ist aber nicht konsistent oder gleichmässig. Einige Eigentumsdeliktdaten sind mit einem «Block» von Adressen in einer Strasse in einer Stadt, beispielsweise Block 300–400 in der Hauptstrasse, verknüpft. Strassenzonendaten und Bodenhöhendaten können als komplexe topographische Karten gespeichert werden. Verlustereignisdaten können mit einem Koordinatenpaar zur Darstellung der Länge und Breite des Ortes des Verlustereignisses verknüpft werden.

[0009] Bei Systemen nach dem Stand der Technik erfordert die Risikotransferbewertung einen komplexen Suchprozess zum Kompilieren relevanter Daten zur Eingabe in einer Bewertungsfunktion. Beispielsweise kann ein Risikotransfer für ein spezifisches zu bewertendes Fahrzeug mit einem spezifischen Ort, beispielsweise eine Strassenanschrift einer Wohnung oder eines Büros oder dem Ort, an dem ein Fahrzeug nachts abgestellt wird, verknüpft werden. Zum Bewerten einer Police für diesen Ort muss eine Teilmenge der relevanten Daten gesammelt und für einen Bewertungsalgorithmus bereitgestellt werden. Der Sammelprozess ist aufgrund der inkonsistenten und nicht gleichförmigen Verknüpfungen von Daten mit der Geographie wie zuvor beschrieben häufig technisch schwierig. In einigen Fällen werden Daten nach Land, Ort und/oder Postleitzahl verarbeitet und aggregiert. Dieses Aggregieren wird durch die nahezu beliebigen Grenzen erschwert, die durch Bezirke, Orte und Postleitzahlen definiert werden. Ferner können sich Grenzen von Bezirken, Orten und Postleitzahlengebieten im Laufe der Zeit ändern. In anderen Fällen werden Daten durch ein aggregiertes Vertriebsgebiet verarbeitet.

[0010] Ferner werden nach dem Stand der Technik jedem Bereich zugewiesene Bewertungen im Wesentlichen auf der Basis der verknüpften historischen Forderungserfahrung ermittelt. Zwar wurden bestehende Gebietsbewertungsverfahren in Risikotransfersystemen nach dem Stand der Technik verwendet. Diese Ansätze können aber aus mehreren Gründen problematisch sein: (i) Geographische Grenzen können sich wie zuvor beschrieben ändern. (ii) Geographische Bereiche können grösser sein als gewünscht. (iii) Die Bevölkerung ist gegebenenfalls in diesen geographischen Bereichen nicht gleichmässig verteilt. (iv) Die historische Forderungserfahrung in diesen geographischen Bereichen kann begrenzt sein. (v) Der Standort eines in einer Garage abgestellten Fahrzeugs misst nicht genau das geographische Risiko des Verwendungsorts des Fahrzeugs.

[0011] Das Dokument US 2014/0 365 246 A1, das dem Stand der Technik entspricht, offenbart ein System, das einen automatisierten Underwriting- und Bewertungsprozess für Risikotransferprodukte bereitstellt. Das System empfängt Informationen zur Nutzung eines Fahrzeugs in einem geographischen Bereich oder an einem geographischen Ort und ermittelt durch Breiten- und Längengrade definierte Zielrasterzellen, die den geographischen Bereich umfassen, in dem das Fahrzeug verwendet wird. Ferner ermittelt das System einen Satz von vordefinierten Daten, die mit den Zielrasterzellen verknüpft sind, und erzeugt einen Ortsbewertungsfaktor auf der Basis der Verwendungsinformationen, der betroffenen Zielzellen und des Satzes von vordefinierten Daten.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Systems und eines Verfahrens zum Teilen des Risikos von Risikoereignissen einer variablen Zahl von Risikoexpositionskomponenten durch Gewährleisten eines dynamischen, eigenständigen Risikoschutzes für die Risikoexpositionskomponenten zum Abdecken verschiedener Risiken und Risikokategorien, welche die zuvor genannten Nachteile nicht aufweisen. Insbesondere können eine Vorrichtung und ein Verfahren zur automatisierten Verkehrs- und/oder Fahrmustererkennung und zum Ermitteln von mit Fahr- oder Verkehrsmustern verknüpften Risiken mit einem hohen Grad an zeitlicher und räumlicher Auflösung, insbesondere für Regionen, in denen die Menge von zugänglichen historischen Daten klein oder sogar nicht vorhanden ist, bereitgestellt werden.

[0013] Die vorliegende Erfindung erfüllt diese Aufgabe insbesondere mit den Elementen der unabhängigen Ansprüche. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen gehen ebenfalls aus den abhängigen Ansprüchen und Beschreibungen hervor.

[0014] Insbesondere werden diese Aufgaben durch die Erfindung dadurch gelöst, dass mit dem System zur automatisierten ortsabhängigen Vorhersage von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen ausschliesslich auf der Basis von nicht versicherungsbezogenen Daten Datensätze von Unfallereignissen erzeugbar sind und ortsabhängige Wahrscheinlichkeitswerte für mit dem Risiko eines Autounfalls verknüpfte spezifische Unfallbedingungen ermittelbar sind, dass ein räumliches Raster mit Rasterzellen über einen interessierenden geographischen Bereich mit einer Erfassungseinheit erzeugbar ist, wobei der Bereich wenigstens einen Teil von Unfallrisiken exponierten Einheiten umfasst, wobei die Rasterzellen des Rasters auswählbar und Daten mit dem System zu jeder Zelle des Rasters zuweisbar sind, und wobei für eine Rasterzelle repräsentative Datensätze einem Jahr des Auftretens oder der Messung zugewiesen und in einem Speichermodul einer Recheneinheit gespeichert sind, dass für jede Rasterzelle ein Umgebungsbevölkerungsdichte-Parameter mit einem Siedlungsmustertrigger erfassbar und einem den entsprechenden Rasterzellen zugewiesenen Datensatz zuweisbar ist, wobei Bevölkerungsdichteparameter für den interessierenden geographischen Bereich erfasst werden und passende Gewichtungsfaktoren im räumlichen Raster unter Berücksichtigung der verschiedenen Siedlungsparameter zuweisbar sind, dass von ersten luftbasierten Messstationen erste erfasste hochauflösende Luftdaten zum System übertragbar sind und Bodenbedeckungsparameter mit dem den entsprechenden Rasterzellen zugewiesenen erzeugten Datensatz auf der Basis der ersten hochauflösenden Luftdaten erzeugbar und speicherbar sind, wobei die Bodenbedeckungsparameter ein Mass für die beobachtbare biophysische Bedeckung auf der Erdoberfläche sind, dass von zweiten luftbasierten Messstationen erfasste zweite hochauflösende Daten zur Lichtdichte zum System übertragen werden und Nachtllichtparameter mit dem den entsprechenden Rasterzellen zugewiesenen erzeugten Datensatz auf der Basis der zweiten hochauflösenden Luftdaten zur Lichtdichte erzeugbar und speicherbar sind, wobei die Nachtllichtparameter auf der Basis ihres gewichteten Anzeichens für lokale Aktivität und Korrelation mit anderen Massen für Anzeichen von Wohlergehen erzeugt werden, dass von systematisch betriebenen geodätischen Messstationen erfasste dritte hochauflösende Daten zum System übertragbar sind und Strassenkartenparameter mit dem den entsprechenden Rasterzellen zugewiesenen erzeugten Datensatz auf der Basis der dritten hochauflösenden Daten der geodätischen Messstationen erzeugbar und speicherbar sind, wobei die Strassenkartenparameter wenigstens einen Klassifizierungsparameter zur Angabe eines Typs der zugewiesenen Strasse umfassen, dass von luftbasierten Messstationen erfasste vierte gemessene hochauflösende Luftdaten zum System übertragbar sind und Niederschlagsparameter mit dem den entsprechenden Rasterzellen zugewiesenen erzeugten Datensatz auf der Basis der vierten hochauflösenden Luftdaten erzeugbar und speicherbar sind, wobei die erzeugten Niederschlagsparameter ein Mass des hydrologischen Zyklus umfassen, das wenigstens Verteilung, Mengen und Stärke des lokalen Niederschlags an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle angibt, dass von vierten luftbasierten und/oder raumbasierten Messstationen erfasste fünfte gemessene hochauflösende Luftdaten zum System übertragen werden und digitale Höhenparameter mit dem den Rasterzellen zugewiesenen erzeugten Datensatz auf der Basis der fünften hochauflösenden Luftdaten erzeugbar und speicherbar sind, wobei die erzeugten digitalen Höhenparameter ein Mass für die Geländehöhe an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle zum Liefern einer Darstellung der Geländeoberfläche umfassen, dass das System ein Auslösemodul mit einer Hashtabelle mit einer Mehrzahl von auswählbaren morphologischen Verkehrsmodellfunktionen umfasst, wobei für jede Rasterzelle die erzeugten Datensätze durch vordefinierte Auslöseparameter filterbar sind, um Schwellenwerte der erzeugten Bevölkerungsdichteparameter, Bodenbedeckungsparameter, Nachtllichtparameter, Strassenkartenparameter, Niederschlagsparameter und digitalen Höhenparameter auszulösen, wobei die morphologischen Verkehrsmodellfunktionen mit einer Skalierungstabelle auf der Basis von erfassten tatsächlichen Unfalldaten abgleichbar sind, und wobei eine spezifische morphologische Verkehrsmodellfunktion durch den besten Abgleich mit den Unfalldaten auslösbar und auswählbar ist, und dass ein Risikowertfeld für jede der Rasterzellen mit einem Interpolationsmodul auf der Basis der mit der spezifischen Rasterzelle verknüpften Datensätze erzeugbar ist, und eine Wahrscheinlichkeit mit dem Interpolationsmodul jedem Punkt im Raster aufgrund der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Unfalls an einem bestimmten geographischen Ort und zu einer bestimmten Zeit zuweisbar ist.

[0015] Das vorliegende System stellt unter anderem eine technisch neue Weise der Automatisierung der Risikovorhersage in Bezug auf Kraftfahrzeugunfälle unter Verwendung von umweltbasierten Faktoren (Höhe, Strassennetz, Verkehrsdaten, Witterungsverhältnisse), umfassend sozioökonomische Faktoren, die den Kraftfahrzeugverkehr beeinflussen und ortsabhängig sind, bereit. Auf diese Weise können Vorhersagen des Unfallrisikos für beliebige Bereiche erzeugt werden. Die entsprechenden Daten werden aus satellitenbasierten Rasterdaten oder Strassennetzdaten extrahiert, die durch Fernerkundungsverfahren und Geodäsie gesammelt werden. Diese werden anschliessend nach Verwaltungsbereichen oder Bereichen, die durch ein beliebiges Raster definiert sind, aggregiert oder werden auf einer Strassenabschnittsebene unter Erfassung der Umweltsituation (Bevölkerungsdichte, Zahl von Strassen in der Nähe usw.) um einen bestimmten Strassenabschnitt aggregiert. In dieser Aggregation werden Merkmale aus den zugrundeliegenden Daten erstellt, die Aspekte der Umgebung darstellen, die für das Kraftfahrzeug-Unfallrisiko relevant sind (beispielsweise Zahl von Kreuzungen). Das System wird durch Vergleichen der Merkmale der Bereiche oder Strassenabschnitte mit der Zahl und Art von Unfällen, die sich dort ereignet haben, und Verknüpfen der Merkmale und Unfalldaten, beispielsweise unter Verwendung der nachfolgend beschriebenen maschinellen Lernverfahren, kalibriert. Die Art von Unfällen stellt die Schwere der Unfälle, beschrieben als Zahl von am Unfall beteiligten versicherten und zu Tode gekommenen Menschen, die Unfallgeometrie (Auffahrunfall, Seitenkollision, Frontalunfall, Querkollision), die Zahl von beteiligten Autos oder die Schadensklassifizierung dar. Die Ausgabesignalisierung des Systems kann beispielsweise als Funktion mit Werten für die verschiedenen Merkmale als Eingabe und die Unfallrisikoparameter (beispielsweise Unfallhäufigkeit und -schwere) als Ausgabe erfolgen. Durch Vergleichen

der Risikotransferdaten (Kundenportfoliodaten und/oder Marktportfoliodaten) können verschiedene Schweremetriken in monetäre Werte übersetzt oder transferiert werden, welche die durchschnittliche Verlustmenge pro Unfall für verschiedene Geschäftsbereiche darstellen.

[0016] in einer alternativen Ausführungsform umfassen die hochauflösenden Luftdaten Luftbilder und/oder Satellitenbilder und/oder Luftfotos. Die hochauflösenden Luftdaten können beispielsweise ebenfalls von Satelliten und/oder Flugzeugen und/oder Luftfahrzeugen leichter als Luft oder anderen mit einem Ballon ausgestatteten Messstationen gemessene Luftbilder und/oder Satellitenbilder und/oder Luftfotos umfassen.

[0017] In einer weiteren alternativen Ausführungsform umfasst das Anzeichen für andere Masse für Anzeichen von Wohlergehen hochgradig lokale Masse für menschliches Wohlergehen und/oder nationale oder subnationale Bruttoinlandsprodukt-(BIP-)Masse, wobei das Anzeichen als Gewichtungsfaktor des Systems verwendet wird.

[0018] In einer weiteren alternativen Ausführungsform werden die dritten hochauflösenden Daten mit einer Datenextraktion aus einer zugänglichen hochauflösenden Strassenkarten-Datenbank ausgewählt.

[0019] In einer alternativen Ausführungsform umfassen die geodätischen Messstationen eine GPS-(Global Positioning System-) Einheit oder sind durch Satellitenbildgebung zu orten. Jeder Parameter kann beispielsweise gruppiert sein, wobei die Kombination von diesen in eine sinnvolle Klasse übersetzt wird, beispielsweise Autobahn, Gehweg usw. Die Klassifizierung der Strassenkartenparameter kann beispielsweise Werte zum Klassifizieren von Radwegen, Gehwegen, Autobahnen, Wegen, Fussgängern, Hauptstrassen, Wohnstrassen, Nebenstrassen, Stufen, Versorgungsleitungen, tertiären Fahrbahnen und nicht klassifizierbaren Strassenobjekten umfassen.

[0020] In einer weiteren alternativen Ausführungsform umfassen die Klassifizierungsparameter Tagelemente, die Attribute der Klassifizierung ermöglichen. Die Klassifizierungsparameter können beispielsweise ebenfalls ein Mass für eine Durchschnittsgeschwindigkeit eines Verkehrsteilnehmers am spezifischen Punkt der Rasterzelle umfassen.

[0021] In einer alternativen Ausführungsform umfassen die Niederschlagsparameter wenigstens Parameter zum Messen des Niederschlags von Regen und/oder Schnee und/oder Hagel.

[0022] Schliesslich umfassen in einer weiteren alternativen Ausführungsform die digitalen Höhenparameter ferner morphologische Elemente.

[0023] Die vorliegende Erfindung betrifft nicht nur das erfindungsgemässe Verfahren, sondern auch ein System zum Ausführen dieses Verfahrens und ein entsprechendes Computerprogrammprodukt.

[0024] Nachfolgend sind alternative Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in Bezug auf Beispiele beschrieben. Die Beispiele der Ausführungsformen sind durch die folgenden beigefügten Figuren dargestellt:

Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm, das schematisch eine beispielhafte Ausführungsform eines Systems (1) zur automatisierten ortsabhängigen Vorhersage von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen ausschliesslich auf der Basis von nicht versicherungsbezogenen Daten darstellt. Es werden Datensätze von Unfallereignissen erzeugt und ortsabhängige Wahrscheinlichkeitswerte für mit dem Risiko eines Autounfalls verknüpfte spezifische Unfallbedingungen ermittelt. Ein räumlich hochauflösendes Raster 212 mit Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 wird über einen interessierenden geographischen Bereich 21 mit einer Erfassungseinheit 2 erzeugt. Der geographische Bereich 21 umfasst wenigstens einen Unfallrisiken ausgesetzten Abschnitt von Einheiten 70–74, wobei die Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 des Rasters 212 auswählbar und Daten über das System zu jeder Zelle 2121, 2122, 2123, 2124 des Rasters 212 zuweisbar sind,

Fig. 2 und 3 zeigen Diagramme, die schematisch die Anordnung und Auflösung von Datensätzen darstellen. Die Figuren zeigen als Beispiel die Datenextraktion und Rastererzeugung für die beispielhaften Länder China, Deutschland, Indien und Türkei. Die Auflösung kann auf der Basis von dynamisch ausgelösten Ebenen, etwa Gemeinde- und Bezirksrastern, angepasst werden: 2*2-, 4*4-, 10*10-, 15*15-km-Raster. Die Raster können auch anders gewählt werden, beispielsweise entsprechend der verfügbaren Datenqualität oder Auflösung. Eine geeignete Viererbaum-Datenstruktur kann aus den Bevölkerungsdichteparametern berechnet und mit den Verarbeitungsschritten durch das System 1 verknüpft werden. Bei abstandsgleichen und gleich grossen Rasterzellen werden aber Viererbaum-Datenstrukturen nicht verwendet oder sind nicht erforderlich.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm, das schematisch ein Raster von Bevölkerungsdaten 401 darstellt. Das System 1 extrahiert Bevölkerungsdichteparameter 4001, 4002, 4003, 4004, eine Standardabweichung und/oder weitere Parameter, etwa Biomassenparameter und/oder Bodennutzungsparameter (beispielsweise gewerblich, Wohngebiet usw.) und/oder Bodenbedeckungsparameter (landwirtschaftlich, städtisch, See usw.). Die Gewichtungsfaktoren 4011, 4012, 4013, 4014 werden auf der Basis der extrahierten Bevölkerungsdichteparameter 4001, 4002, 4003, 4004 erzeugt.

- Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das schemafisch die Bildverarbeitung von ersten hochauflösenden Luftdaten 411, das heisst Satellitenbildern von Bodenbedeckungsdaten, gemessen von ersten luftbasierten Messstationen 41, darstellt. Die ersten hochauflösenden Luftdaten 411 werden zum System 1 übertragen und Bodenbedeckungsparameter 4101, 4102, 4103, 4104 werden mit dem System 1 erzeugt, das heisst das System 1 erzeugt definierte Bereiche von Wald, ländlichem Gebiet, städtischem Gebiet, Kulturland usw.
- Fig. 6 zeigt ein Diagramm, das schematisch die Bildverarbeitung von Satellitenbildern von Nachtluchtdaten darstellt, wobei Nachtluchtwerte ein Anzeichenmass für menschliches Wohlergehen liefern, etwa das Bruttoinlandsprodukt (BIP).
- Fig. 7 zeigt ein Diagramm, das schematisch die Datenextraktion aus Kartendaten, Strassenart, Länge und Merkmale, beispielsweise Autobahnen, Hauptstrassen, Fernstrassen, Gehwegen usw., Strassenkreuzungen, Einbahnstrassen, Tunnels, Brücken und Geschwindigkeitsbegrenzungen, darstellt. Die dynamisch angepassten Kartendaten können auf mit dem System 1 verknüpften Messvorrichtungen basieren. Sie können aber ebenfalls auf den Zugriff auf speziellen hochauflösenden Kartendaten, etwa OpenStreetMap-(OSM-)Datenressourcen, basieren. Das zuvor genannte OSM-Datenbeispiel führt eine Datenerfassung dynamisch mit einer grossen Zahl von unabhängigen Benutzern (momentan über 2 Millionen) durch, die Daten durch manuelle Vermessung, GPS-Geräte, Luftfotos und andere frei verfügbare Quellen sammeln. Diese sind als Crowdsourcing-Daten strukturiert, auf die unter Open Database Access zugegriffen werden kann.
- Fig. 8 zeigt ein Diagramm, das schematisch das Erzeugen und Extrahieren der Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 und Bildverarbeitung der vierten hochauflösenden Luftdaten 441, beispielsweise von Satellitenbildern von Niederschlagsdaten, die Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 für wenigstens den durchschnittlichen jährlichen Regenfall und den gesamten Regenfall liefert, darstellt. Die Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 werden durch die erzeugten Datensätze 2221, 2222, 2223, 2224 gespeichert, die den entsprechenden Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 zugewiesen werden.
- Fig. 9 zeigt ein Diagramm, das schematisch das Erzeugen und Extrahieren der digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 und die Bildverarbeitung von fünften hochauflösenden Luftdaten 451, beispielsweise Satellitenbildern, darstellt, wobei Parameter für maximale Höhe, Standardabweichung für die Höhe und mittlere Höhe erzeugt werden.
- Fig. 10 zeigt ein Diagramm, das schematisch die Verbesserung an der Landesmodellierung gemäss der vorliegenden Erfindung darstellt. Die beiden oberen Bilder von Fig. 10 sind gemeindebasiert, wobei 26% mit einer Fehlertoleranz von 20% vorhergesagt werden. Die beiden unteren Bilder sind rasterbasiert, wobei 87% mit einer Fehlertoleranz von 20% vorhergesagt werden.
- Fig. 11 zeigt ein Diagramm, das schematisch die Kalibrier- und Transfermechanismen des Systems 1 darstellen, dargestellt am Beispiel der Vorhersage von Unfällen in der Türkei mit einem an Deutschland trainierten Modell. Die Vorhersage oder Prognose, das heisst die Datenverarbeitung, basiert auf Unfalldaten für Deutschland. Diese Vorhersage verwendet Merkmale für die Türkei, die ebenfalls für China verfügbar sind. Für das Beispiel mit vorläufigem Transferaufwand werden ein Fehler von 3 bis 20% und eine Korrelation von 96% zwischen Vorhersage und tatsächlichen Werten erzielt. Gesamttrends werden gut erfasst und es wird eine gute Unterscheidung von Regionen mit hohem und niedrigem Risiko erzielt.
- Fig. 12 zeigt ein Diagramm, das schematisch eine Risikoanalyse durch das vorliegende System für die Provinzen Jiangsu und Shandong in China darstellt. Das auf China angewendete Modell liefert eine Schätzung der Zahl von Unfällen für verschiedene Regionen. Fig. 12 zeigt die vorhergesagten Unfallverteilungen für die zwei Provinzen Jiangsu und Shandong.
- Fig. 13 zeigt ein Diagramm, das schematisch einen Vergleich des vollen Modells mit den Verkehrsriskofaktoren darstellt. Die vorliegende Erfindung gruppiert die Risikofaktoren nach solchen, die ein Mass des Verkehrsriskos liefern, das heisst Autobahnen, Wohnstrassen, Brücken und Tunnel. Somit zeigt Fig. 13 die Unfallvorhersage und den prozentualen Beitrag durch Verkehrsriskofaktoren. Bereiche mit mehr Verkehrsfluss, wie durch diese Verkehrsriskofaktoren gemessen, neigen dazu, ein höheres Unfallvorhersageniveau aufzuweisen.
- Fig. 14 zeigt ein Diagramm, das schematisch einen Vergleich von Risikofaktoren mit Verkehrsflussdaten darstellt. Fig. 14 zeigt in den Verkehrsflussdaten, dass das benachbarte Shanghai eine grosse Auswir-

kung auf den Süden der Provinz Jiangsu hat. Die Verkehrsrisikofaktoren zeigen ein gutes Mass dieser Verkehrsflussdaten.

- Fig. 15 zeigt ein Diagramm, das schematisch Haftpflichtversicherungsforderungen im Vergleich zu Verkehrsrisikofaktoren darstellt. Die Haftpflichtversicherungsforderungen sind durch eine Zahl pro Zeitdauer (linke Figur) dargestellt, was einen direkten Vergleich mit den Verkehrsrisiken ermöglicht.
- Fig. 16 zeigt ein Diagramm, das schematisch die Verarbeitung der zweiten hochauflösenden Daten 421 zur Lichtdichte, das heisst der Lichtdaten, gemäss der Erfindung darstellt. Die linke Figur zeigt die zweiten hochauflösenden Daten 421 zur Lichtdichte, während die rechte Figur die vorhergesagten oder prognostizierten Unfallrisiken zeigt. Die mittlere Figur zeigt ein mögliches Portfolio von transferierten Risiken. Wie aus Bild 16 ersichtlich, ermöglicht die vorliegende Erfindung ebenfalls die Optimierung von mit einem geographischen Bereich 21 verknüpften Risikotransferportfolios.
- Fig. 17 zeigt schliesslich ein Blockdiagramm, das schematisch die automatisierte Datenverarbeitung durch Erzeugen und Ermitteln der entsprechenden Verkehrsrisiken und Verkehrsrisikokarten darstellt, umfasst die Schritte zur (i) Datenauswahl und -Umwandlung, (iii) Modellierung der einzelnen Länder und (iii) Erzeugen der Transfermodellierung.

[0025] Fig. 1 zeigt schematisch eine Architektur für eine mögliche Implementierung einer Ausführungsform des Systems 1, wobei eine automatisierte ortsabhängige Vorhersage von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen ausschliesslich auf der Basis von nicht versicherungsbezogenen Daten erfolgt. Mit dem System werden Datensätze von Unfallereignissen erzeugt und ortsabhängige Wahrscheinlichkeitswerte für mit dem Risiko eines Autounfalls verknüpfte spezifische Unfallbedingungen ermittelt.

[0026] Ein räumlich hochauflösendes Raster 212 mit Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 wird über einen interessierenden geographischen Bereich 21 mit einer Erfassungseinheit 2 erzeugt, wie durch Fig. 2 und 3 dargestellt. Der geographische Bereich 21 umfasst wenigstens einen Unfallrisiken ausgesetzten Abschnitt von Einheiten 70–74. Die Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 des Rasters 212 sind auswählbar und Daten über das System zu jeder Zelle 2121, 2122, 2123, 2124 des Rasters 212 zuweisbar, und für eine Rasterzelle repräsentative Datensätze werden einem Jahr des Auftretens oder der Messung zugewiesen und in einem Speichermodul einer Recheneinheit gespeichert. Das Erzeugen von Ort und Auflösung von Datensätzen ist durch die Fig. 2 und 3 dargestellt. Diese Figuren zeigen als ein Beispiel die Datenextraktion und Rastererzeugung für die beispielhaften Länder China, Deutschland, Indien und Türkei. Die Auflösung kann an dynamisch ausgelöste Ebenen, etwa Gemeinde- und Bezirksrastern, angepasst werden: 2*2-, 4*4-, 10*10-, 15*15-km-Raster. Die Raster können aber auch anders gewählt werden, beispielsweise entsprechend den verfügbaren Daten. Eine geeignete Viererbaum-Datenstruktur kann aus den Bevölkerungsdichteparametern mit dem System 1 erzeugt und mit den Verarbeitungsschritten durch das System 1 verknüpft werden.

[0027] Für jede Rasterzelle 2121, 2122, 2123, 2124 wird ein Umgebungsbevölkerungsdichte-Parameter 4001, 4002, 4003, 4004 mit einem Siedlungsmusterauslöser 40 erfasst und einem den entsprechenden Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 zugewiesenen Datensatz 2221, 2222, 2223, 2224 zugewiesen. Bevölkerungsdichteparameter 4001, 4002, 4003, 4004 werden für den interessierenden geographischen Bereich 21 erfasst und passende Gewichtungsfaktoren 4011, 4012, 4013, 4014 werden im räumlichen Raster 212 unter Berücksichtigung der verschiedenen Siedlungsparameter zugewiesen. In Bezug auf das verwendete Bevölkerungsraster kann das Bevölkerungsraster beispielsweise im Wesentlichen modellbasiert auf UN-Statistiken und lokalen Behördendaten zu Verwaltungseinheiten sein, wobei ein geeigneter Algorithmus zum Schätzen der entsprechenden Rasterdichten verwendet werden kann. Das Rasterformat kann zur einfachen Datenintegration verwendet werden und es muss keine «Bildgebung» im eigentlichen Sinne verwendet werden. In einer weiteren Ausführungsformvariante kann der Bevölkerungsdichteparameter 4001, 4002, 4003, 4004 beispielsweise vom System 1 aus hochauflösenden Luftdaten 401 extrahiert werden, wie in Fig. 4 dargestellt, die beispielsweise Luftbilder und/oder Satellitenbilder und/oder Luftfotos umfassen. Im Wesentlichen zur Verwendung von hochauflösenden Luftdaten 401, 411, 412, 414, 415 der vorliegenden Erfindung können die hochauflösenden Luftdaten 401, 411, 412, 414, 415 von Satelliten und/oder Flugzeugen und/oder Luftfahrzeugen leichter als Luft oder anderen mit einem Ballon ausgestatteten Messstationen gemessene Luftbilder und/oder Satellitenbilder und/oder Luftfotos umfassen.

[0028] Die Extraktion der Bevölkerungsdichteparameter 4001, 4002, 4003, 4004 kann auf gemessener Wechselwirkung zwischen Bevölkerungsdichteparametern und/oder Bodennutzungsparametern und Fahr- oder Verkehrsmustern basieren. Zum Durchführen der Extraktion mit dem System 1 kann das System 1 Variablen umfassen, welche die Wechselwirkung von Bodennutzung und Verkehrsverhalten, das heisst Verkehrsmustern, messen. Für die Extraktion ist die Bevölkerungsdichte die primäre quantifizierbare Bodennutzung-Deskriptorvariable. Bevölkerungsdichteparameter können ferner vom System 1 zum Unterscheiden von Bereichstypen verwendet werden (Stadt, Kleinstadt, Vorort, Ort und Land). Andere Variablen, die sich auf die Quantifizierung der Bodennutzung beziehen können, einschliesslich Parameter für Wohndichte und Arbeitsplatznutzungsdichte, kann das System 1 ebenfalls umfassen. Weitere Parameter und Merkmale der Bevölkerung oder baulichen Umgebung wie Rasse, Alter, Einkommen und Handelsbeschäftigung können ferner zum Gewichten der Bodennutzungsauswirkungen über verschiedene Bevölkerungsgruppen hinweg verwendet werden. Für die Extraktion kann beispielsweise eine höhere Bevölkerungsdichte mit einer abnehmenden Jahresfahrleistung, einer grösseren Bus-

verfügbarkeit, einer abnehmenden Abhängigkeit von mit einer Person besetzten Fahrzeugen und einer zunehmenden Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln verknüpft werden. Das private Auto ist nach wie vor das vorherrschende Verkehrsmittel für die meisten geographischen Bereiche 21, obgleich Afroamerikaner, Asiaten und Hispanics im Allgemeinen eher andere Verkehrsmittel nutzen. Eine zunehmende Bevölkerungsdichte ist typischerweise mit weniger Personenfahrten, weniger gefahrenen Personenkilometern und weniger Personenkilometern pro Fahrt verknüpft. Für Bewohner von dicht bewohnten Bereichen sind die wenigsten Fahrzeugfahrten, gefahrenen Fahrzeugkilometer und Fahrzeugkilometer pro Fahrt zu verzeichnen. Weniger dicht bewohnte Gebiete zeigen tendenziell mehr Fahrer unter den Erwachsenen und mehr Fahrzeuge verteilt auf die Erwachsenen.

[0029] Zum Ermitteln der angepassten Gewichtungsfaktoren 4011, 4012, 4013, 4014 folgen die genannten Kleinstädte tendenziell nationalen Durchschnittsdaten in Bezug auf mehrere Verkehrsparameter, beispielsweise Fahrer unter den Erwachsenen, Fahrzeuge verteilt auf die Erwachsenen, Anteil von Personen, die zuhause arbeiten, und Autoabhängigkeit. Etwa 20% von Kleinstadtbewohnern legen ihren Weg zur Arbeit anders als mit dem privaten Auto zurück. Für Bewohner von kleineren Städten ist die grösste Zahl von Personenfahrten von jedem Bereichstyp zu verzeichnen. Bei Personen in Vororten ist die nächstgrösste Zahl von Personenfahrten festzustellen. Typischerweise lebt eine grosse Zahl von Bewohnern mit niedrigem Einkommen in Kleinstädten, die eine begrenzte Verfügbarkeit von öffentlichen Verkehrsmitteln aufweisen. Für die Extraktion kann das System 1 beispielsweise ebenfalls ortsbezogene Präferenzen von spezifischen Segmenten der Bevölkerung identifizieren. Haushalte mit hohem Einkommen wohnen tendenziell in Vororten, während Haushalte mit mittlerem Einkommen meist in ländlichen Gebieten wohnen. Haushalte mit niedrigem Einkommen sind im Allgemeinen in städtischen oder ländlichen Bereichen zu finden. Strecke und Fahrtzeit zum Arbeitsplatz nehmen mit der Zunahme des Anteils des Handels in einem Bereich zu. Städtische Bereiche weisen den kleinsten Anteil von arbeitenden Bewohnern in Zensusabschnitten mit über 25% Anteil im Einzelhandel auf. Kleinstädte weisen den grössten Anteil mit 28,8% arbeitenden Bewohnern auf, wobei über 25% der Arbeitsplätze im Einzelhandel zu verzeichnen sind. Beschäftigung im Handel und Beschäftigungsdichte im Arbeitszensusabschnitt weisen einige messbare Korrelationen mit dem Fahrverhalten auf. In der Zuhause-Blockgruppe ist eine zunehmende Wohnungsdichte mit einer grösseren Verfügbarkeit von öffentlichen Verkehrsmitteln und einer grösseren Nähe zu öffentlichen Verkehrsmitteln verknüpft. Radfahren und Gehen nehmen mit zunehmender Wohndichte zu. Eine zunehmende Wohndichte ist ebenfalls mit einer zunehmenden Beschäftigungsdichte verknüpft. Bei Wohndichten zwischen 100 und 1499 Wohneinheiten pro Quadratmeile arbeiten die Menschen weniger wahrscheinlich an Arbeitsstellen ohne festen Arbeitsplatz. Bereiche mit niedriger Wohndichte weisen den grössten Anteil von Menschen auf, die zuhause arbeiten.

[0030] Somit liefern zusammenfassend Wohndichteparameter, Handelsbeschäftigung, Einkommen, Bereichstyp und Bevölkerungsdichteparameter wichtige Deskriptoren für Verkehrsverhalten und Richtlinienimplementierung und stehen in Beziehung mit der Verknüpfung von Bodennutzung mit Verkehrswahl und -verhalten, wobei die Datenextraktion durch das System 1 für den Umgebungsbevölkerungsdichte-Parameter 4001, 4002, 4003, 4004 und die angepassten Gewichtungsfaktoren 4011, 4012, 4013, 4014 auf den gemessenen Variablen basiert.

[0031] Wie Fig. 5 darstellt, stellt das System 1 eine Bildverarbeitung von ersten hochauflösenden Luftdaten 411, das heisst Satellitenbildern von Bodenbedeckungsdaten, gemessen von ersten luftbasierten Messstationen 41, bereit. Die ersten hochauflösenden Luftdaten 411 werden zum System 1 übertragen und Bodenbedeckungsparameter 4101, 4102, 4103, 4104 werden mit dem System 1 erzeugt, das heisst, das System 1 erzeugt definierte Bereiche von Wald, ländlichem Gebiet, städtischem Gebiet, Kulturland usw. Bodenbedeckungsparameter 4101, 4102, 4103, 4104 werden mit dem den Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 zugewiesenen erzeugten Datensatz 2221, 2222, 2223, 2224 auf der Basis der ersten hochauflösenden Luftdaten 411 gespeichert. Die Bodenbedeckungsparameter 4101, 4102, 4103, 4104 sind ein Mass für die beobachtbare biophysische Bedeckung auf der Erdoberfläche. Verkehr und Mobilität stehen in Beziehung und nehmen in Folge der demographischen, wirtschaftlichen, landnutzungsbezogenen und internationalen Entwicklungen zu. Es kann festgestellt werden, dass Verkehr nicht nur in Beziehung mit wirtschaftlichem Wachstum und sozialer Entwicklung steht, sondern auch eine notwendige Bedingung für diese darstellt. Es gibt verschiedene Messparameter in Bezug auf die Bodenbedeckungsparameter 4101, 4102, 4103, 4104, beispielsweise Bau von relevanten Infrastrukturen, Verkehrsmanagementmassnahmen (beispielsweise Zuflussregelung, Routenführung), Bodennutzungspolitik (beispielsweise Stadt der kurzen Wege) und Massnahmen, die versuchen, das Verkehrsverhalten zu beeinflussen (beispielsweise Mautgebühren). Die geeigneten Massnahmen können durch Gewichten ihres Einflusses auf ihre Abhängigkeit von der Funktion des Verkehrssystems, das heisst einer Verkehrsanalyse, beispielsweise auf der Basis von historischen Verkehrsdaten, ausgewählt werden. Der Verkehrsanalyseprozess kann das erforderliche Verständnis der Beziehung zwischen der Funktion des Verkehrssystems und der zugrundeliegenden Phänomene liefern. Der Prozess kann wie beschrieben beispielsweise aus dem Untersuchen von historischen Verkehrsdaten bestehen. Für die Analyse kann der Verkehrsanalyseprozess auf die Verkehrssituation an einem durchschnittlichen Tag (jährliches Durchschnitts-Tagvolumen, Annual Average Daily Traffic/AADT) oder einem durchschnittlichen Werktag (jährliches Durchschnitts-Werkstagvolumen, Annual Average Weekday Traffic, AAWT) und mit dem Auslegungstundenvolumen (Design Hour Volume, DHV) angewendet werden. In einem zweiten Schritt kann die Zeitrastergrösse verfeinert werden. Typischerweise steht das Verkehrsmuster in Beziehung mit Fahrbedarf und Verkehrsversorgungsmerkmalen. Der Fahrbedarf ist als die Zahl von Fahrzeugen oder Menschen definiert, die während eines spezifizierten Zeitraums an einem Punkt vorbeifahren wollen. Das wesentliche Verkehrsversorgungsmerkmal, welches die Verkehrsmusterdynamik beeinflusst, ist die Kapazität. Die Kapazität ist als die maximale Zahl von Fahrzeugen oder Personen definiert, bei denen vernünftigerweise davon ausgegangen werden kann, dass sie im vorgegebenen

Zeitraum versorgt werden können. Das Verkehrsmanagement misst ebenfalls die Einflussdynamik von Verkehrsmustern. In einigen Fällen ermöglicht das Verkehrsmanagement eine effizientere Nutzung der verfügbaren Kapazität (direkter Einfluss). Ferner wird in einigen Fällen die Kapazität verringert oder vergrößert oder bestimmte Fahrten werden stimuliert oder diesen wird entgegengewirkt, beispielsweise durch Mautgebühren (indirekter Einfluss). Sowohl Fahrtbedarf als auch Kapazität einer Strasse variieren in Zeit und Raum und werden durch weitere externe Faktoren beeinflusst. Verkehr ist ein abgeleiteter Bedarf, der durch die Notwendigkeit oder den Wunsch verursacht wird, Tätigkeiten an bestimmten Orten zu verrichten (beispielsweise Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Erholung). Die meisten Variationen im Fahrtbedarf sind auf die Verteilung von Tätigkeiten in Zeit und Raum zurückzuführen. Ferner kann der Fahrtbedarf infolge von Änderungen in der Verkehrsmittelaufteilung, der Routenwahl oder der Abfahrtszeit aufgrund externer Faktoren, vorhergehender Erfahrungen oder verfügbarer Informationen variieren. Die Kapazität einer Strasse hängt offensichtlich von Strassenauslegung und -Vorschriften (beispielsweise Höchstgeschwindigkeit) ab. In Bezug auf zeitliche Variationen im städtischen Netz wird die momentane Kapazität stark von Ampelzyklen beeinflusst, wobei die Kapazität bei einer roten Ampel gleich null ist. Zusätzlich können Wetter, Strassenbauarbeiten, Unfälle und Zwischenfälle ein Variieren der Kapazität im Laufe der Zeit bewirken. Die Faktoren wie beschrieben und die Wechselwirkung zwischen diesen verursachen ein Variieren des Verkehrsmusters in Zeit und Raum. In Bezug auf zeitliche Variationen können verschiedene Zeitskalen unterschieden werden, die von Variationen von Minute zu Minute bis zu von Jahr zu Jahr variieren. Die Triebkräfte hinter den Variationen unterscheiden sich nach der Zeitskala. Kurzzeitige Variationen im Stadtverkehr sind im Wesentlichen auf Ampelzyklen zurückzuführen. Variationen von Stunde zu Stunde und von Tag zu Tag werden im Wesentlichen durch Variationen im Fahrtbedarf verursacht, obgleich Variationen der Kapazität (beispielsweise durch Wetter oder Strassenbauarbeiten) ebenfalls eine Rolle spielen können. Langzeitige Variationen im Verkehr sind im Wesentlichen auf langzeitige demographische, wirtschaftliche und infrastrukturelle Entwicklungen zurückzuführen.

[0032] Fahrtbedarf und Versorgungsmerkmale von städtischen Bereichen unterscheiden sich deutlich von denen von Autobahnen. Daher kann eine Analyse von Autobahn-Verkehrsmustern und damit verknüpfter Dynamik nicht direkt in die städtische Situation übersetzt werden. Ein Unterschied zwischen städtischem Verkehr und Autobahnverkehr besteht darin, dass im städtischen Strassennetz mehrere Verkehrsteilnehmer nebeneinander bestehen und interagieren, beispielsweise Fussgänger, Fahrräder, Autos, Busse, Lastkraftwagen, während Autobahnen im Wesentlichen von Autos und Lastkraftwagen genutzt werden. Diese Mischung von Verkehrsteilnehmern führt auch zu relativ grossen Unterschieden in der Geschwindigkeit zwischen städtischen Strassennutzern. Ein weiteres Merkmal des städtischen Netzes besteht darin, dass es viele Kreuzungen umfasst. Somit zeichnet sich das Verkehrsmuster in städtischen Bereichen durch viele kleine Störungen aus, während hingegen Autobahn-Verkehrsmuster im Wesentlichen weniger Störungen, aber mit einer grösseren Auswirkung, aufweisen. In Bezug auf die Verkehrsbedarfseigenschaften ist der Verkehr im städtischen Netz im Wesentlichen diversifizierter als der Verkehr auf Autobahnen. Zunächst dient je nach Art der Autobahn eine Autobahn im Wesentlichen dem Mittel- oder Langstreckenverkehr. Das städtische Netz dient ebenfalls dem Mittel- und Langstreckenverkehr zu und von den Autobahnen, aber auch für eine wesentliche Menge von Orts- und Kurzstreckenverkehr. Auch die Verteilung der Fahrtzwecke ist beim städtischen Verkehr diversifizierter. Die meisten Autobahnen werden für einen Hauptfahrtzweck genutzt. In Stosszeiten an Werktagen sind die Hauptfahrtzwecke im Wesentlichen Arbeit und Geschäft. Ferner ist auf einigen Autobahnen Stossverkehr an Wochenenden und in Urlaubszeiten verursacht durch Freizeitverkehr, beispielsweise vom und zum Strand, festzustellen. Auch die meisten städtischen Strassen verzeichnen eine erhebliche Menge an arbeits- und geschäftsbezogenen Verkehr an Werktagen. Neben dem Pendlerverkehr nutzen ebenfalls Einkaufs- und Freizeitverkehr das städtische Netz an Werktagen in grossem Masse.

[0033] Wie zuvor beschrieben unterscheiden sich Dynamik des Verkehrsmusters und Merkmale von städtischen Bereichen deutlich von denen von Autobahnen. Der Unterschied zwischen den Merkmalen der verschiedenen Bereiche kann durch Parameter gemessen werden, beispielsweise für das städtische Verkehrsmuster mit Indikatoren wie Verkehrsaufkommen, Geschwindigkeit, Staulänge, Verzögerung und Fahrtzeit. In diesem Sinne ist die Übertragung der ersten hochauflösenden Luftdaten 411 zum System 1 und das Erzeugen der Bodenbedeckungsparameter 4101, 4102, 4103, 4104 durch das System 1, das heisst die Erfassung der definierten Bereiche von Wald, Land, Stadt, Kulturland usw., für das System 1 wesentlich.

[0034] Als eine alternative Ausführungsform kann das System 1 beispielsweise auf hochauflösende Luftdaten 411 von der Europäischen Weltraumorganisation (European Space Agency, ESA) zugreifen. Die ESA-Satelliten liefern globale Bodenbedeckungskarten mit einer räumlichen Auflösung von 300 m, die für die vorliegende Nutzung ausreichend sein können. Die hochauflösenden ESA-Kartendaten werden mit einer Mehrjahres- und Mehrfachsensorstrategie erstellt, um alle geeigneten Daten zu nutzen und die Produktkonsistenz zu maximieren.

[0035] Wie Fig. 6 darstellt, erfassen zweite luftbasierte Messstationen zweite hochauflösende Daten 421 zum Messen von Lichtdichten. Die zweiten hochauflösenden Daten 421 werden zum System 1 übertragen. Nachtlichtparameter 4201, 4202, 4203, 4204 werden durch das System 1 erzeugt und mit dem den Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 zugewiesenen erzeugten Datensatz 2221, 2222, 2223, 2224 auf der Basis der zweiten hochauflösenden Luftdaten 421 zur Lichtdichte gespeichert. Die Nachtlichtparameter werden auf der Basis ihres gewichteten Anzeichens 4211, 4212, 4213, 4214 für lokale Aktivität und Korrelation mit anderen Massen für Anzeichen von Wohlergehen erzeugt. Das gewichtete Anzeichen 4211, 4212, 4213, 4214 kann für andere Anzeichenmasse für Wohlergehen, beispielsweise hochgradig lokale Masse für menschliches Wohlergehen und/oder das nationale oder subnationale Bruttoinlandsprodukt (BIP), Beispiele umfassen.

Das BIP oder Bruttoinlandsprodukt pro Kopf ist typischerweise solch ein Mass für nationales und menschliches Wohlergehen weltweit, wobei die Nachtlichtwerte ein Anzeichenmass für das menschliche Wohlergehen, etwa das BIP, liefern. Die Korrelation der anderen Anzeichenmasse für Wohlergehen, etwa das BIP, und das Verkehrsmuster der Region darf aber nur in seiner typischerweise beschränkten Korrelation betrachtet werden. Beispielsweise liefert das BIP ein gutes Mass für die gesamte wirtschaftliche Tätigkeit, aber nicht für die lokale Verteilung dieser Tätigkeit.

[0036] Als eine alternative Ausführungsform können die zweiten hochauflösenden Daten 421 auf der Satellitenbildgebung des US-amerikanischen Defense Meteorological Satellite Program und/oder aus anderen Quellen basieren. Allgemein korrelieren mehr Licht und eine höhere Lichtstärke auf einem Satellitenbild, beispielsweise in Pixeln pro Quadratkilometer gemessen, mit höheren Stufen der Entwicklung. Diese Korrelation kann beispielsweise anhand von Fig. 6 illustriert werden, die Nordkorea und Südkorea zeigt, wobei Nordkorea ein nahezu schwarzer Bereich ist, während Südkorea vor Licht strahlt. Es können ebenfalls andere Vergleiche die Korrelation illustrieren, etwa der Vergleich zwischen einem hell leuchtenden Tokio und der Mitte von Afrika. Einer der Vorteile der Verwendung von Satellitenmessdaten besteht darin, dass Satelliten Daten zum Wohlergehen unmittelbarer liefern als geodätische Bodenstationen, was bei Letzteren Jahre dauern kann. Daher sind Satellitenmessdaten für den Umgang mit der Dynamik von Verkehrsmustern besser geeignet. Obgleich ein Quadratkilometer typischerweise etwa die grösste verfügbare Auflösung für hochauflösende Daten 421 zum Messen der Lichtabgabe ist, liefern Messdaten von neueren Satelliten, etwa Daten der National Polar Orbiting Partnership zwischen NASA und NOAA, Bilder mit einer höheren Auflösung, was in Verbindung mit der Ausführung der vorliegenden Erfindung und des Systems 1 vorteilhafter sein kann.

[0037] Dritte hochauflösende Daten 431 werden von systematisch betriebenen geodätischen Messstationen 43 erfasst und zum System 1 übertragen. Auf der Basis der dritten hochauflösenden Daten 431 von geodätischen Messstationen 43 werden Strassenkartenparameter 4301, 4302, 4303, 4304 mit dem den entsprechenden Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 zugewiesenen erzeugten Datensatz 2221, 2222, 2223, 2224 erzeugt und gespeichert. Die Strassenkartenparameter 4301, 4302, 4303, 4304 umfassen wenigstens einen Klassifizierungsparameter 4311, 4312, 4313, 4314 zur Angabe eines Typs der zugewiesenen Strasse. Die dritten hochauflösenden Daten 431 können beispielsweise mit einer Datenextraktion aus einer verfügbaren hochauflösenden Strassenkarten-Datenbank ausgewählt werden. Die geodätischen Messstationen 43 können beispielsweise eine Global-Positioning-System-(GPS-)Einheit umfassen oder sind durch Satellitenbildgebung zu orten. Die Klassifizierungsparameter 4311, 4312, 4313, 4314 der Strassenkartenparameter 4301, 4302, 4303, 4304 können beispielsweise Werte zum Klassifizieren von Radwegen, Gehwegen, Autobahnen, Wegen, Fussgängern, Hauptstrassen, Wohnstrassen, Nebenstrassen, Stufen, Versorgungsleitungen, tertiären Fahrbahnen und nicht klassifizierbaren Strassenobjekten umfassen. Ferner umfassen die Klassifizierungsparameter 4311, 4312, 4313, 4314 Tagelemente, die Attribute der Klassifizierung ermöglichen. Die Klassifizierungsparameter 4311, 4312, 4313, 4314 können ebenfalls ein Mass für eine Durchschnittsgeschwindigkeit eines Verkehrsteilnehmers am spezifischen Punkt der Rasterzelle 2121, 2122, 2123, 2124 umfassen.

[0038] Fig. 7 stellt schematisch die Datenextraktion aus Kartendaten, Strassenart, Länge und Merkmale, beispielsweise Autobahnen, Hauptstrassen, Fernstrassen, Gehwegen usw., Strassenkreuzungen, Einbahnstrassen, Tunnels, Brücken und Geschwindigkeitsbegrenzungen, dar. Die dynamisch angepassten Kartendaten können auf mit dem System 1 verknüpften Messvorrichtungen basieren. Sie können aber ebenfalls auf den Zugriff auf speziellen hochauflösenden Kartendaten, etwa OpenStreetMap-(OSM-)Datenressourcen, basieren. Das zuvor genannte OSM-Datenbeispiel führt eine Datenerfassung dynamisch mit einer grossen Zahl von unabhängigen Benutzern (momentan über 2 Millionen) durch, die Daten durch manuelle Vermessung, GPS-Geräte, Luftfotos und andere frei verfügbare Quellen sammeln. Somit können die geodätischen Messstationen 43 eine systematische Geodäsie unter Verwendung von Vorrichtungen und Messstationen wie einem GPS-Handgerät, einem Notebook, einer Digitalkamera oder einem Sprachaufnahmegerät umfassen. Die dritten hochauflösenden Daten 431 können aber ebenfalls durch Luftfotografie, Satellitenbildgebung und Daten aus anderen Quellen erzeugt werden, die über zusätzliche wichtige Datenquellen verfügen und automatisch in die dritten hochauflösenden Daten 431 importiert werden. Spezielle Prozesse können beispielsweise bereitgestellt werden, um automatisierte Importe abzuwickeln und technische Probleme zu vermeiden. Beim Beispiel von OSM sind die Daten strukturiert, auf die unter Open Database Access zugegriffen werden kann.

[0039] Kartendaten der dritten hochauflösenden Daten 431 werden üblicherweise mit einer GPS-Einheit gesammelt, obwohl dies nicht unbedingt erforderlich ist, wenn ein Bereich bereits durch Satellitenbildgebung erfasst wurde. Sobald die dritten hochauflösenden Daten 431 gesammelt wurden, werden sie in einem Datenspeicher eingegeben. Zu Beginn sind keine Informationen zur Art der übertragenen Strecke verfügbar, das heisst, es kann sich beispielsweise um eine Autobahn, einen Gehweg oder einen Fluss handeln. Somit erfolgt in einem zweiten Schritt eine Identifikation der Strecken und Objekte auf automatische und halbautomatische Weise. Insbesondere umfasst der Identifikationsprozess das Platzieren und Bearbeiten von Objekten wie Schulen, Krankenhäusern, Taxiständen, Bushaltestellen, Lokalen usw., was beispielsweise durch ein Expertenerkennungssystem erfolgen kann. Als eine alternative Ausführungsform können die im Datenspeicher eingegebenen dritten hochauflösenden Daten 431 beispielsweise eine topologische Datenstruktur mit einigen Kernelementen verwenden. Solche Kernelemente können beispielsweise Knoten umfassen. Knoten sind Punkte mit einer geographischen Position, gespeichert als Koordinaten (Paare aus einer Breite und einer Länge). Neben ihrer Nutzung auf diese Weise können sie zum Darstellen von Kartenmerkmalen ohne Grösse, etwa beispielsweise Points of Interest oder Berggipfel, verwendet werden. Wege sind ein weiteres mögliches Kernelement. Wege können als geordnete Listen von

Knoten definiert werden, die eine Polylinie oder möglicherweise ein Polygon, wenn sie eine geschlossene Schleife bilden, darstellen. Sie können zum Darstellen von linearen Merkmalen wie Strassen und Flüssen und Bereichen wie Wäldern, Parks, Parkplätzen und Seen verwendet werden. Ferner können die Kernelemente Relationen umfassen. Relationen sind geordnete Listen von Knoten, Wegen und Relationen, wobei jedes Element (Relationen und Wege) optional eine «Rolle» (eine Folge) aufweisen kann. Relationen werden zum Darstellen der Beziehung von bestehenden Knoten und Wegen verwendet. Beispiele umfassen Abbiegebeschränkungen auf Strassen, Routen, die mehrere bestehende Wege umfassen (beispielsweise eine Fernstrasse), und Bereiche mit Schlaglöchern. Ferner können die Kernelemente Tags umfassen. Tags können Schlüssel-Wert-Paare sein (beide beliebige Folgen). Sie können zum Speichern von Metadaten zu Kartenobjekten (etwa Typ, Name und physikalische Eigenschaften) verwendet werden. Typischerweise sind Tags nicht alleinstehend, sondern sind immer mit einem Objekt, das heisst einem Knoten, einem Weg oder einer Relation, verknüpft.

[0040] Vierte hochauflösende Luftdaten 441 werden von Weltraum- und/oder luftbasierten Messstationen 44 gemessen und zum System 1 überfragen. Zusätzlich können Messdaten von bodenbasierten Messstationen verwendet werden. Auf der Basis der vierten hochauflösenden Luftdaten 441 und/oder bodenbasierten Daten werden Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 mit dem erzeugten Datensatz 2221, 2222, 2223, 2224, der den entsprechenden Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 zugewiesen ist, auf der Basis der vierten hochauflösenden Luftdaten 441 erzeugt und gespeichert. Die erzeugten Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 umfassen ein Mass des hydrologischen Zyklus 4411, 4412, 4413, 4414, das wenigstens Verteilung 4421, 4422, 4423, 4424, Mengen 4431, 4432, 4433, 4434 und Stärke 4441, 4442, 4443, 4444 des lokalen Niederschlags an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle 2121, 2122, 2123, 2124 angibt. Die Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 können beispielsweise wenigstens Parameter zum Messen des Niederschlags von Regen und/oder Schnee und/oder Hagel umfassen. Fig. 8 stellt solch ein Erzeugen und Extrahieren der Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 und Bildverarbeitung der vierten hochauflösenden Luftdaten 441, beispielsweise von Satellitenbildern von Niederschlagsdaten, die Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 für wenigstens den durchschnittlichen jährlichen Regenfall und den gesamten Regenfall liefert, dar. Korrelationen zwischen wetterbezogenen Daten und Verkehrsmustern sind bekannt. Sie sind aber typischerweise in Verbindung mit wetterbezogenen Einflüssen und Verzögerungen in Luftverkehrsmustern bekannt, während der Hintergrund der Korrelation von wetterbezogenen Einflüssen und Verzögerungen in Luftverkehrsmustern vollständig verschieden ist und sich im Wesentlichen auf die betroffenen Flughäfen bezieht. Wettereinflüsse, beispielsweise dargestellt durch den zuvor beschriebenen hydrologischen Zyklus 4411, 4412, 4413, 4414, die Niederschlagsverteilung 4421, 4422, 4423, 4424, Mengen 4431, 4432, 4433, 4434 und Stärke 4441, 4442, 4443, 4444, beeinflussen jedoch die Leistung der Autobahnssysteme an jedem Tag und in jeder Stunde. Regen, Schnee, Eis u. Ä. sind teilweise oder vollständig für über 1,5 Millionen Autobahnunfälle und über 600 000 Verletzte und 7000 Todesfälle auf US-amerikanischen Strassen jedes Jahr verantwortlich.

[0041] Ferner verlieren alleine in den USA Kraftfahrzeugfahrer etwa 1 Milliarde Stunden pro Jahr in Staus aufgrund widrigen Wetters. Wetter stellt effektiv die zweitwichtigste Ursache für einmalige Autobahnstaus dar, die für etwa 25 Prozent der Verspätungen verantwortlich sind. Studien haben ergeben, dass widriges Wetter die durchschnittlichen Fahrtzeiten je nach ausgewähltem Bereich wesentlich verlängert, beispielsweise um 14 Prozent im Bereich von Washington DC und 21 Prozent in Seattle, WA. Im Stossverkehr kann die Fahrtzeit in Washington DC bei Regen oder Schnee um 24 Prozent zunehmen. Trotz der Auswirkungen von widrigem Wetter auf Verkehrsmuster und Verkehr berücksichtigen Systeme zur Verkehrsmustererkennung und -vorhersage typischerweise nicht die Verknüpfungen zwischen Wetter und Verkehrsfluss. Genaue und rechtzeitige Strassen- und Wetterdaten sind wichtig, weil sie es ermöglichen, Infrastruktur in Echtzeit als Reaktion auf bestehende und bevorstehende Wetterverhältnisse zu verwalten und Kraftfahrzeugfahrer vor Änderungen von Wetter- und Strassenverhältnissen zu warnen. Fortschritte bei intelligenten Verkehrssystemen, Strassenwetterinformationssystemen, Wetter- und Verkehrsdatensammlung und Vorhersagetechnologien muss auf einem besseren Verständnis basieren, wie sich Fahrer bei widrigem Wetter verhalten und wie ihre Entscheidungen den Verkehrsfluss beeinflussen. Durch das Extrahieren und Erzeugen der Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 auf der Basis der vierten hochauflösenden Luftdaten 441 berücksichtigt die vorliegende Erfindung vollständig die wetterbezogene Korrelation und weist nicht die Nachteile der Systeme nach dem Stand der Technik auf. Als eine alternative Ausführungsform kann die vorliegende Erfindung ferner Mittel zur Echtzeitänderung von Ampel- und Zuflussregelung-Zeitsteuerung, zum Betrieb von automatisierten Enteisungssystemen und zum Einstellen von verschiedenen Geschwindigkeitsbegrenzungen umfassen, die eine breite Anwendung der Signalisierung des Systems 1 ermöglichen.

[0042] Die vierten hochauflösenden Daten 441 können ferner Wetter- und Verkehrsdaten von statischen und festen Vorrichtungen wie Videokameras, Verkehrszählgeräten, Schleifendetektoren, Lufthafen-Wetterstationen und Umweltsensorstationen umfassen. Die vierten hochauflösenden Daten 441 können ebenfalls wenigstens teilweise durch von fahrenden Fahrzeugen gelieferten Verkehrs- und Wetterinformationen erfasst werden. Somit kann die vorliegende Erfindung die Auswirkungen von widrigem Wetter auf den makroskopischen (gesamten) Verkehrsfluss und quantifizierte Änderungen von Verkehrsgeschwindigkeit, -kapazität und -dichte in Korrelation mit den erzeugten Niederschlagsparametern 4401, 4402, 4403, 4404 berücksichtigen. Sie berücksichtigt, dass die Korrelation der Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 (Regen oder Schnee) mit dem Verkehrsmuster nicht notwendigerweise die Dichte des Verkehrsstroms beeinflusst, aber die Geschwindigkeit bei freiem Verkehrsfluss, die Geschwindigkeit bei der Kapazität und die Kapazität beeinflusst. Die meisten dieser Parameter variieren mit der Niederschlagsstärke. Obgleich Kapazitätsverringerungen von 12–20 Prozent bei Schneeverhältnissen auftreten, hängt die Kapazitätsverringerung normalerweise nicht von der Stärke des Schneefalls

(oder Geschwindigkeit des Schneefalls) ab. Vorteilhaft kann eine lokale Gewichtung der Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 sein, da festgestellt wurde, dass Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 starke geographische Korrelationen umfassen können. Beobachtungen zeigen, dass in einem ersten Bereich (kältere Region) grössere Verringerungen (beispielsweise von etwa 20 Prozent) der Geschwindigkeit bei freiem Verkehrsfluss und der Geschwindigkeit bei der Kapazität in Schnee als in einem anderen vergleichbaren Bereich (beispielsweise etwa 5 Prozent im wärmeren Bereich) auftreten. Eine mögliche Erklärung besteht darin, dass Fahrern, die mehr an Schnee gewöhnt sind, dessen Gefahren bewusster sind und diese daher langsamer fahren. In jedem Fall kann es vorteilhaft sein, insbesondere für die Verkehrsmusterschätzung und -vorhersage, dass lokale Abhängigkeiten der Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 vom System 1 berücksichtigt werden. Somit muss die verwendete Datenverarbeitung für eine Vielfalt von lokalen Bedingungen und Verkehrsmustern zur Implementierung und Bewertung kalibriert werden, insbesondere wenn das System 1 im Kontext von regionaler Planung und regionalem Betrieb verwendet wird. Als eine alternative Ausführungsform kann auf die vierten hochauflösenden Daten 441 unter Verwendung der entsprechenden Daten vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF) zugegriffen werden und diese können zum System 1 übertragen werden.

[0043] Fünfte hochauflösende Luftdaten 451 werden von vierten luftbasierten Messstationen 45 gemessen und zum System 1 übertragen. Digitale Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 werden mit dem den Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 zugewiesenen erzeugten Datensatz 2221, 2222, 2223, 2224 auf der Basis der fünften hochauflösenden Luftdaten 451 erzeugt und gespeichert. Die digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 können beispielsweise ferner morphologische Elemente umfassen.

[0044] Fig. 9 zeigt das Erzeugen und Extrahieren der digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 und die Bildverarbeitung von fünften hochauflösenden Luftdaten 451, beispielsweise Satellitenbildern, wobei Parameter für maximale Höhe, Standardabweichung für die Höhe und mittlere Höhe erzeugt werden. Die erzeugten digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 umfassen ein Mass 4511, 4512, 4513, 4514 für die Geländehöhe an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle 2121, 2122, 2123, 2124 zum Liefern einer Darstellung der Geländeoberfläche. Die digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 liefern eine digitale Darstellung einer Geländeoberfläche, die aus Geländehöhendaten erzeugt wird. Im vorliegenden Fall stellen die digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 die Erdoberfläche einschliesslich aller Objekte auf ihr dar. Dies stellt beispielsweise im Gegensatz zu digitalen Geländeparametern, welche die reine Bodenoberfläche ohne Objekte wie Anlagen und/oder Gebäude darstellen. Die digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 können die Oberfläche als ein Raster (ein Netz aus Quadraten, auch als Höhenkarte beim Darstellen der Höhe bezeichnet) oder als ein vektorbasiertes Triangulär Irregulär Network (TIN) darstellen. Das System 1 kann digitale Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 auf zahlreiche Weisen, aber unter Verwendung von Fernerkundung oder direkten geodätischen Daten, erzeugen. Ein Verfahren zum Erzeugen der digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 erfolgt beispielsweise mit einem Radar mit künstlicher Apertur, bei dem zwei Umläufe eines Radarsatelliten, oder ein einziger Umlauf, wenn der Satellit mit zwei Antennen ausgestattet ist, ausreichende Daten sammelt, um die digitale Höhenkarte oder digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 im zehnfachen Kilometerbereich auf einer Seite mit einer Auflösung von etwa zehn Metern zu erzeugen. Andere Arten von stereoskopischen Paaren können unter Verwendung des Digitalbild-Korrelationsverfahrens verwendet werden, wobei zwei optische Bilder mit verschiedenen Winkeln, aufgenommen im gleichen Durchlauf eines Flugzeugs oder eines Erdbeobachtungssatelliten, erfasst werden. Andere Verfahren zum Erzeugen der digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 können beispielsweise das Interpolieren von digitalen Höhenlinienkarten umfassen, die durch direkte Geodäsie der Bodenoberfläche erzeugt werden können. Dieses Verfahren ist besonders nützlich in Gebirgsregionen, in denen die Interferometrie nicht immer zufriedenstellend ist. Die digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 beinhalten, dass die Höhe kontinuierlich an jedem Ort im Untersuchungsbereich verfügbar ist. Die Qualität der digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 korreliert damit, wie genau die Höhe an jedem Pixel ist (absolute Genauigkeit) und wie genau die Morphologie dargestellt ist (relative Genauigkeit). Mehrere Faktoren spielen eine wichtige Rolle für die Qualität der digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504, etwa Geländerauheit, Erfassungsdichte (Höhendaten-Sammelverfahren), Rasterauflösung oder Pixelgrösse, Interpolationsalgorithmus, vertikale Auflösung, Geländeanalysealgorithmus, Qualitätsmasken in Bezug auf Küstenlinie, Seen, Schnee, Wolken, Korrelation usw. Als eine alternative Ausführungsform können auf die fünften hochauflösenden Luftdaten 451 und/oder das angewendete digitale Höhenmodell durch die von der US-amerikanischen National Aeronautics and Space Administration (NASA) zugegriffen werden.

[0045] Das System 1 umfasst ein Auslösemodul 3 mit einer Hashtabelle 31 mit einer Mehrzahl von auswählbaren morphologischen Verkehrsmodellfunktionen 311, 312, 313 usw. Für jede Rasterzelle 2121, 2122, 2123, 2124 werden die erzeugten Datensätze 2221, 2222, 2223, 2224 durch vordefinierte Auslöseparameter 321, 322, 323 usw. gefiltert, um Schwellenwerte der erzeugten Bevölkerungsdichteparameter 4001, 4002, 4003, 4004, Bodenbedeckungsparameter 4101, 4102, 4103, 4104, Nachtlichtparameter 4201, 4202, 4203, 4204, Strassenkartenparameter 4301, 4302, 4303, 4304, Niederschlagsparameter 4401, 4402, 4403, 4404 und digitalen Höhenparameter 4501, 4502, 4503, 4504 auszulösen. Die morphologischen Verkehrsmodellfunktionen 311, 312, 313 etc. werden mit einer Skalierungstabelle 33 auf der Basis von erfassten tatsächlichen Unfalldaten 331 abgeglichen. Eine spezifische morphologische Verkehrsmodellfunktion 311, 312, 313 etc. wird durch den besten Abgleich mit den Unfalldaten 331 ausgelöst und ausgewählt.

[0046] Ein Risikowertfeld 50 für jede der Rasterzellen 2121, 2122, 2123, 2124 wird mit einem Interpolationsmodul 5 auf der Basis der mit der spezifischen Rasterzelle 2121, 2122, 2123, 2124 verknüpften Datensätze 2221, 2222, 2223, 2224 erzeugt 51, und eine Wahrscheinlichkeit 521 wird mit 52 dem Interpolationsmodul 5 jedem Punkt im Raster 212 aufgrund der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Unfalls an einem bestimmten geographischen Ort und zu einer bestimmten Zeit zugewiesen.

Bezugszeichenliste

[0047]

- 1 System zum Ermitteln von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen
- 2 Erfassungseinheit
 - 21 Geographischer Bereich
 - 212 Räumlich hochauflösendes Raster
 - 2121, 2122, 2123, 2124 Rasterzellen
 - 2221, 2222, 2223, 2224 Erzeugter Datensatz
- 3 Auslösemodul
 - 30 Morphologischer Funktionsspeicher
 - 31 Hashtabelle
 - 311, 312, 313 usw. Auswählbare morphologische Verkehrsmodellfunktion
 - 32 Auslöseparametertabelle
 - 321, 322, 323 usw. Auslöseparameter mit Schwellenwerten
 - 33 Skalierungstabelle
 - 331 Erfasste tatsächliche Unfalldaten
- 4 Mess- und Auslöseeinheiten
 - 40 Musterauslöser
 - 401 Hochauflösende Dichtedaten
 - 4001, 4002, 4003, 4004 Bevölkerungsdichteparameter
 - 4011, 4012, 4013, 4014 Gewichtungsfaktoren
 - 41 Erste luftbasierte Messstationen
 - 411 Erste hochauflösende Daten
 - 4101, 4102, 4103, 4104 Bodenbedeckungsparameter
 - 42 Zweite luftbasierte Messstationen
 - 421 Zweite hochauflösende Daten
 - 4201, 4202, 4203, 4204 Nachlichtparameter
 - 4211, 4212, 4213, 4214 Gewichtete Anzeichenparameter
 - 43 Geodätische Messstationen
 - 431 Dritte hochauflösende Daten
 - 4301, 4302, 4303, 4304 Strassenkartenparameter
 - 4311, 4312, 4313, 4314 Klassifizierungsparameter von Strassenkartenparametern
 - 44 Dritte luftbasierte Messstationen

- 441 Vierte hochauflösende Daten
 - 4401, 4402, 4403, 4404 Niederschlagsparameter
 - 4411, 4412, 4413, 4414 Hydrologische Zyklusparameter
 - 4421, 4422, 4423, 4424 Niederschlagsverteilungsfaktoren
 - 4431, 4432, 4433, 4434 Mengenfaktoren
 - 4441, 4442, 4443, 4444 Stärkefaktoren
- 45 Vierte luftbasierte Messstationen
 - 451 Fünfte hochauflösende Daten
 - 4501, 4502, 4503, 4504 Digitale Höhenparameter
 - 4511, 4512, 4513, 4514 Messfaktoren für die Geländehöhe
- 5 Interpolationsmodul
- 6 Datenübertragungsnetz
 - 61 Aktivierungsvorrichtung
 - 62 Alarmvorrichtung
 - 63 Mobile Zugriffsvorrichtung
 - 64 Ein-/Ausgabevorrichtung

Patentansprüche

1. System (1) zur automatisierten ortsabhängigen Vorhersage von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen ausschliesslich auf der Basis von nicht versicherungsbezogenen Daten, wobei Datensätze von Unfallereignissen erzeugbar sind und ortsabhängige Wahrscheinlichkeitswerte für mit dem Risiko eines Autounfalls verknüpfte spezifische Unfallbedingungen ermittelbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass ein räumlich auflösendes Raster (212) mit Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) über einen interessierenden geographischen Bereich (21) mit einer Erfassungseinheit (2) erzeugbar ist, wobei der Bereich (21) wenigstens einen Teil von Einheiten (70–74) umfasst, die einem Unfallrisiko ausgesetzt sind, wobei die Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) des Rasters (212) auswählbar und Daten über das System (1) zu jeder Zelle (2121, 2122, 2123, 2124) des Rasters (212) zuweisbar sind, und wobei für eine Rasterzelle repräsentative Datensätze einem Jahr des Auftretens oder der Messung zugewiesen und in einem Speichermodul einer Recheneinheit gespeichert sind, dass für jede Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) ein Umgebungsbevölkerungsdichte-Parameter (4001, 4002, 4003, 4004) mit einem Siedlungsmustertrigger (40) erfassbar und einem generierten, entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) zuweisbar ist, wobei Bevölkerungs dichteparameter (4001, 4002, 4003, 4004) für den interessierenden geographischen Bereich (21) erfasst werden und passende Gewichtungsfaktoren (4011, 4012, 4013, 4014) im Raumraster (212) unter Berücksichtigung der verschiedenen Siedlungsparameter zuweisbar sind, und wobei die Umgebungsbevölkerungsdichte-Parameter (4001, 4002, 4003, 4004) mittels des Systems (1) von räumlich auflösenden, mit Satellit oder Messstationen gemessenen Luftüberwachungsdaten (401, 411, 412, 414, 415) extrahierbar sind, basierend auf gemessener Wechselwirkung zwischen den Umgebungsbevölkerungsdichte-Parametern (4001, 4002, 4003, 4004) und/oder Landnutzungsparametern und gemessenen Fahr- oder Verkehrsmuster, dass von ersten luftbasierten Messstationen (41) erste erfasste, räumlich auflösende Luftüberwachungsdaten (411) zum System (1) übertragbar sind und Bodenbedeckungsparameter (4101, 4102, 4103, 4104) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der ersten räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (411) erzeugbar und speicherbar sind, wobei die Bodenbedeckungsparameter (4101, 4102, 4103, 4104) ein Mass für die beobachtbare biophysische Bedeckung auf der Erdoberfläche sind, dass von zweiten luftbasierten Messstationen (42) erfasste zweite räumlich auflösende, die Leuchtdichte messende Daten (421) zum System (1) übertragbar sind und Nachtlchtparameter (4201, 4202, 4203, 4204) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der zweiten räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (421) zur Leuchtdichte erzeugbar und speicherbar sind,

wobei die Nachtlichtparameter (4201, 4202, 4203, 4204) auf der Basis ihres gewichteten Proxy (4211, 4212, 4213, 4214) für lokale Aktivität und Korrelation mit anderen Proxymesswerten für lokales Gemeinwohl erzeugt werden, dass von systematisch betriebenen geodätischen Messstationen (43) erfasste dritte räumlich auflösende Daten (431) zum System (1) übertragbar sind und Strassenkartenparameter (4301, 4302, 4303, 4304) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der dritten räumlich auflösenden Daten (431) der geodätischen Messstationen (43) erzeugbar und speicherbar sind, wobei die Strassenkartenparameter (4301, 4302, 4303, 4304) wenigstens einen Klassifizierungsparameter (4311, 4312, 4313, 4314) zur Angabe eines Typs der zugewiesenen Strasse umfassen, dass von luftbasierten Messstationen (44) erfasste vierte gemessene räumlich auflösende Luftüberwachungsdaten (441) zum System (1) übertragbar sind und Niederschlagsparameter (4401, 4402, 4403, 4404) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der vierten räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (441) erzeugbar und speicherbar sind, wobei die erzeugten Niederschlagsparameter (4401, 4402, 4403, 4404) ein Mass des hydrologischen Zyklus (4411, 4412, 4413, 4414) umfassen, das wenigstens Verteilung (4421, 4422, 4423, 4424), Mengen (4431, 4432, 4433, 4434) und Stärke (4441, 4442, 4443, 4444) des lokalen Niederschlags an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) angibt, dass von vierten luftbasierten Messstationen (45) gemessene fünfte räumlich auflösende Luftüberwachungsdaten (451) zum System (1) übertragbar sind und digitale Höhenparameter (4501, 4502, 4503, 4504) mit dem den Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der fünften räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (451) erzeugbar und speicherbar sind, wobei die erzeugten digitalen Höhenparameter (4501, 4502, 4503, 4504) ein Mass (4511, 4512, 4513, 4514) für die Geländehöhe an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) zum Liefern einer Darstellung der Geländeoberfläche umfassen, dass das System (1) ein Auslösemodul (3) mit einer Hashtabelle (31) mit einer Mehrzahl von auswählbaren morphologischen Verkehrsmodellfunktionen (311, 312, 313) umfasst, wobei für jede Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) die den Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensätze (2221, 2222, 2223, 2224) durch vordefinierte Auslöseparameter (321, 322, 323) filterbar sind, um Schwellenwerte der erzeugten Bevölkerungsdichteparameter (4001, 4002, 4003, 4004), Bodenbedeckungsparameter (4101, 4102, 4103, 4104), Nachtlichtparameter (4201, 4202, 4203, 4204), Strassenkartenparameter (4301, 4302, 4303, 4304), Niederschlagsparameter (4401, 4402, 4403, 4404) und digitalen Höhenparameter (4501, 4502, 4503, 4504) auszulösen, wobei die morphologischen Verkehrsmodellfunktionen (311, 312, 313) mit einer Skalierungstabelle (33) auf der Basis von erfassten tatsächlichen Unfalldaten (331) abgleichbar sind, und wobei eine spezifische morphologische Verkehrsmodellfunktion (311, 312, 313) durch den besten Abgleich mit den Unfalldaten (331) auslösbar und auswählbar ist, und dass ein Risikowertfeld (50) für jede der Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) mit einem Interpolationsmodul (5) auf der Basis der der spezifischen Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensätze (2221, 2222, 2223, 2224) erzeugbar (51) ist, und eine Wahrscheinlichkeit (521) mit (52) dem Interpolationsmodul (5) jedem Punkt im Raster (212) aufgrund der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Unfalls an einem bestimmten geographischen Ort und zu einer bestimmten Zeit zuweisbar ist.

2. System (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hochauflösenden Luftüberwachungsdaten (401, 411, 412, 414, 415) Luftbilder und/oder Satellitenbilder und/oder Luftfotos umfassen.
3. System (1), nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die hochauflösenden Luftüberwachungsdaten (401, 411, 412, 414, 415) von Satelliten und/oder Flugzeugen und/oder Luftfahrzeugen leichter als Luft oder anderen mit einem Ballon ausgestatteten Messstationen gemessene Luftbilder und/oder Satellitenbilder und/oder Luftfotos umfassen.
4. System (1) nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das gewichtete Proxy (4211, 4212, 4213, 4214) für andere Proxymesswerte für lokales Gemeinwohl hochgradig lokale Masse für menschliches Wohlergehen und/oder das nationale oder subnationale Bruttoinlandsprodukt BIP umfasst.
5. System (1) nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die dritten hochauflösenden Daten (431) mit einer Datenextraktion aus einer zugänglichen hochauflösenden Strassenkarten-Datenbank ausgewählt werden.
6. System (1) nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass geodätische Messstationen (43) eine Global-Positioning-System-Einheit, GPS-Einheit, umfassen oder durch Satellitenbildgebung zu orten sind.
7. System (1) nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassifizierungsparameter (4311, 4312, 4313, 4314) der Strassenkartenparameter (4301, 4302, 4303, 4304) Werte zum Klassifizieren von Radwegen, Gehwegen, Autobahnen, Wegen, Fussgängern, Hauptstrassen, Wohnstrassen, Nebenstrassen, Stufen, Versorgungsleitungen, tertiären Fahrbahnen und nicht klassifizierbaren Strassenobjekten umfassen.
8. System (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassifizierungsparameter (4311, 4312, 4313, 4314) Tagelemente umfassen, die Attribute der Klassifizierung ermöglichen.

9. System (1) nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassifizierungsparameter (4311, 4312, 4313, 4314) ein Mass für eine Durchschnittsgeschwindigkeit eines Verkehrsteilnehmers am spezifischen Punkt der Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) umfassen.
10. System (1) nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass Niederschlagsparameter (4401, 4402, 4403, 4404) wenigstens Parameter zum Messen des Niederschlags von Regen und/oder Schnee und/oder Hagel umfassen.
11. System (1) nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die digitalen Höhenparameter (4501, 4502, 4503, 4504) ferner morphologische Elemente umfassen.
12. Verfahren zur automatisierten ortsabhängigen Vorhersage von absoluten und relativen Risiken von Autounfällen ausschliesslich auf der Basis von nicht versicherungsbezogenen Daten, wobei Datensätze von Unfallereignissen erzeugt werden und ortsabhängige Wahrscheinlichkeitswerte für mit dem Risiko eines Autounfalls verknüpfte spezifische Unfallbedingungen ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet,

dass ein räumlich auflösendes Raster (212) mit Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) über einen interessierenden geographischen Bereich (21) mit einer Erfassungseinheit (2) erzeugt wird, wobei der Bereich wenigstens einen Teil von Einheiten (70–74) umfasst, die einem Unfallrisiko ausgesetzt sind, wobei die Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) des Rasters (212) auswählbar und Daten mit dem System zu jeder Zelle (2121, 2122, 2123, 2124) des Rasters (212) zuweisbar sind, und wobei für eine Rasterzelle repräsentative Datensätze einem Jahr des Auftretens oder der Messung zugewiesen und in einem Speichermodul einer Recheneinheit gespeichert werden,

dass für jede Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) ein Umgebungsbevölkerungsdichte-Parameter (4001, 4002, 4003, 4004) mit einem Siedlungsmustertrigger (40) erfasst und einem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) zugewiesen wird, wobei Bevölkerungs dichteparameter (4001, 4002, 4003, 4004) für den interessierenden geographischen Bereich (21) erfasst werden und passende Gewichtungsfaktoren (4011, 4012, 4013, 4014) im Raumraster (212) unter Berücksichtigung der verschiedenen Siedlungsparameter zugewiesen werden, und wobei die Umgebungsbevölkerungsdichte-Parameter (4001, 4002, 4003, 4004) mittels des Systems (1) von räumlich auflösenden, mit Satellit oder Messstationen gemessenen Luftüberwachungsdaten (401, 411, 412, 414, 415) extrahierbar sind, basierend auf gemessener Wechselwirkung zwischen den Umgebungsbevölkerungsdichte-Parametern (4001, 4002, 4003, 4004) und/oder Landnutzungsparametern und gemessenen Fahr- oder Verkehrsmuster,

dass, von ersten luftbasierten Messstationen (41) erste erfasste räumlich auflösende Luftüberwachungsdaten (411) zum System übertragen werden und Bodenbedeckungsparameter (4101, 4102, 4103, 4104) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der ersten räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (411) erzeugt und gespeichert werden, wobei die Bodenbedeckungsparameter (4101, 4102, 4103, 4104) ein Mass für die beobachtbare biophysische Bedeckung auf der Erdoberfläche sind,

dass von zweiten luftbasierten Messstationen (42) erfasste zweite räumlich auflösende Daten (421) zur Leuchtdichte zum System (1) übertragen werden und Nachtlchtparameter (4201, 4202, 4203, 4204) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der zweiten räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (421) zur Leuchtdichte erzeugt und gespeichert werden, wobei die Nachtlchtparameter (4201, 4202, 4203, 4204) auf der Basis ihres gewichteten Proxy (4211, 4212, 4213, 4214) für lokale Aktivität und Korrelation mit anderen Proxymesswerten für lokales Gemeinwohl erzeugt werden,

dass von systematisch betriebenen geodätischen Messstationen (43) erfasste dritte räumlich auflösende Daten (431) zum System (1) übertragen werden und Strassenkartenparameter (4301, 4302, 4303, 4304) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der dritten räumlich auflösenden Daten (431) der geodätischen Messstationen (43) erzeugt und gespeichert werden, wobei die Strassenkartenparameter (4301, 4302, 4303, 4304) wenigstens einen Klassifizierungsparameter (4311, 4312, 4313, 4314) zur Angabe eines Typs der zugewiesenen Strasse umfassen,

dass von luftbasierten Messstationen (44) erfasste vierte gemessene, räumlich auflösende Luftüberwachungsdaten (441) zum System (1) übertragen werden und Niederschlagsparameter (4401, 4402, 4403, 4404) mit dem den entsprechenden Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der vierten räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (441) erzeugt und gespeichert werden, wobei die erzeugten Niederschlagsparameter (4401, 4402, 4403, 4404) ein Mass des hydrologischen Zyklus (4411, 4412, 4413, 4414) umfassen, das wenigstens Verteilung (4421, 4422, 4423, 4424), Mengen (4431, 4432, 4433, 4434) und Stärke (4441, 4442, 4443, 4444) des lokalen Niederschlags an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) angibt,

dass von vierten luftbasierten Messstationen (45) erfasste fünfte gemessene räumlich auflösende Luftüberwachungsdaten (451) zum System (1) übertragen werden und digitale Höhenparameter (4501, 4502, 4503, 4504) mit dem den Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensatz (2221, 2222, 2223, 2224) auf der Basis der fünften räumlich auflösenden Luftüberwachungsdaten (451) erzeugt und gespeichert werden, wobei die erzeugten digitalen Höhenparameter (4501, 4502, 4503, 4504) ein Mass (4511, 4512, 4513, 4514) für die Geländehöhe an einem spezifischen Punkt oder in einem spezifischen Bereich der entsprechenden Rasterzelle 2121, 2122, 2123, 2124) zum Liefern einer Darstellung der Geländeoberfläche umfassen,

dass das System (1) ein Auslösemodul (3) mit einer Hashtabelle (31) mit einer Mehrzahl von auswählbaren morphologischen Verkehrsmodellfunktionen (311, 312, 313) umfasst, wobei für jede Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) die zugewiesenen Datensätze (2221, 2222, 2223, 2224) durch vordefinierte Auslöseparameter (321, 322, 323) gefiltert werden, um Schwellenwerte der erzeugten Bevölkerungsdichteparameter (4001, 4002, 4003, 4004), Bodenbedeckungsparameter (4101, 4102, 4103, 4104), Nachtlichtparameter (4201, 4202, 4203, 4204), Strassenkartenparameter (4301, 4302, 4303, 4304), Niederschlagsparameter (4401, 4402, 4403, 4404) und digitalen Höhenparameter (4501, 4502, 4503, 4504) auszulösen, wobei die morphologischen Verkehrsmodellfunktionen (311, 312, 313) mit einer Skalierungstabelle (33) auf der Basis von erfassten tatsächlichen Unfalldaten (331) abgeglichen werden, und wobei eine spezifische morphologische Verkehrsmodellfunktion (311, 312, 313) durch den besten Abgleich mit den Unfalldaten (331) ausgelöst und ausgewählt wird, und

dass ein Risikowertfeld (50) für jede der Rasterzellen (2121, 2122, 2123, 2124) mit einem Interpolationsmodul (5) auf der Basis der mit der spezifischen Rasterzelle (2121, 2122, 2123, 2124) zugewiesenen Datensätze (2221, 2222, 2223, 2224) erzeugt (51) wird, und eine Wahrscheinlichkeit (521) mit (52) dem Interpolationsmodul (5) jedem Punkt im Raster (212) aufgrund der Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Unfalls an einem bestimmten geographischen Ort und zu einer bestimmten Zeit zugewiesen wird.

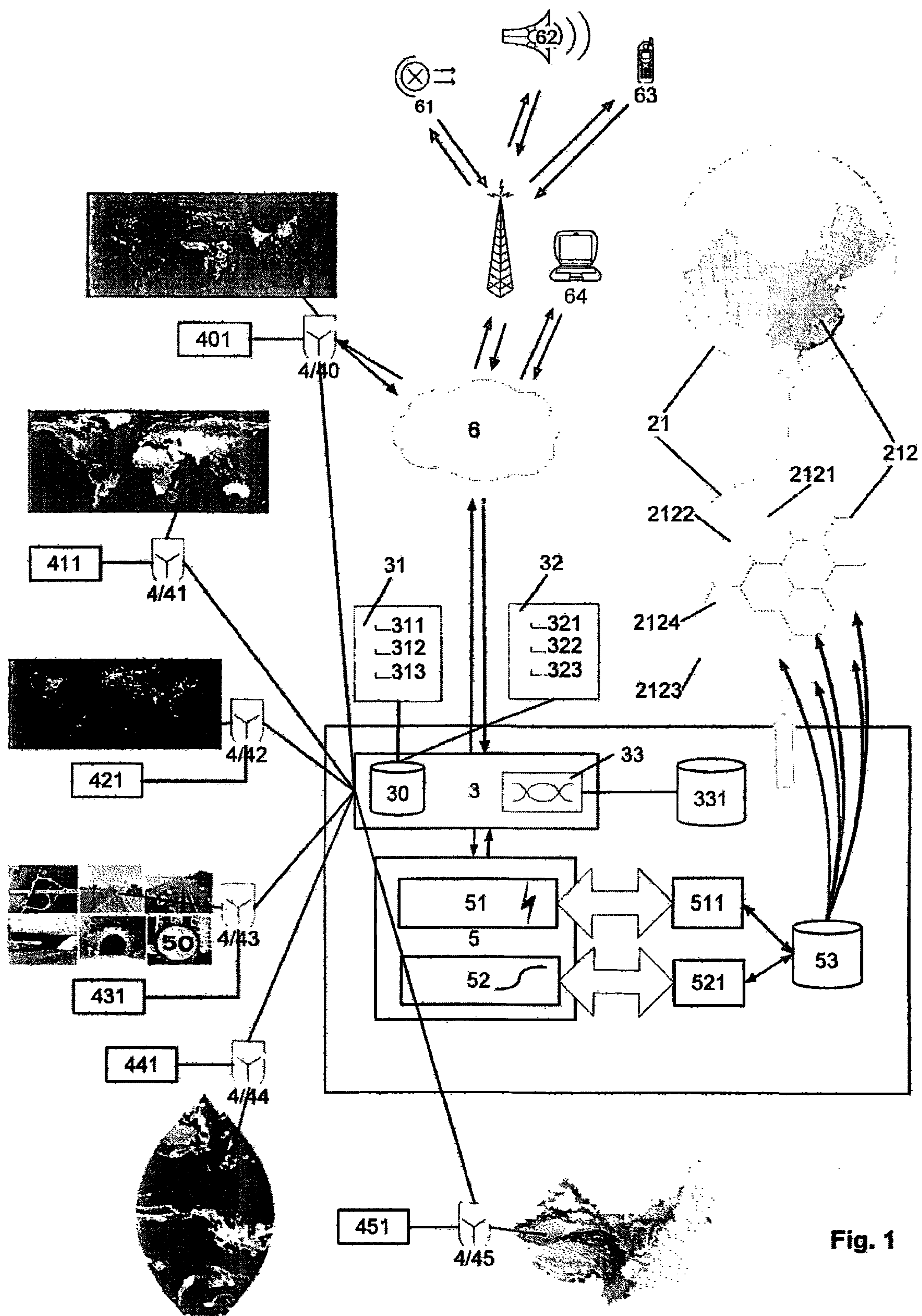


Fig. 1

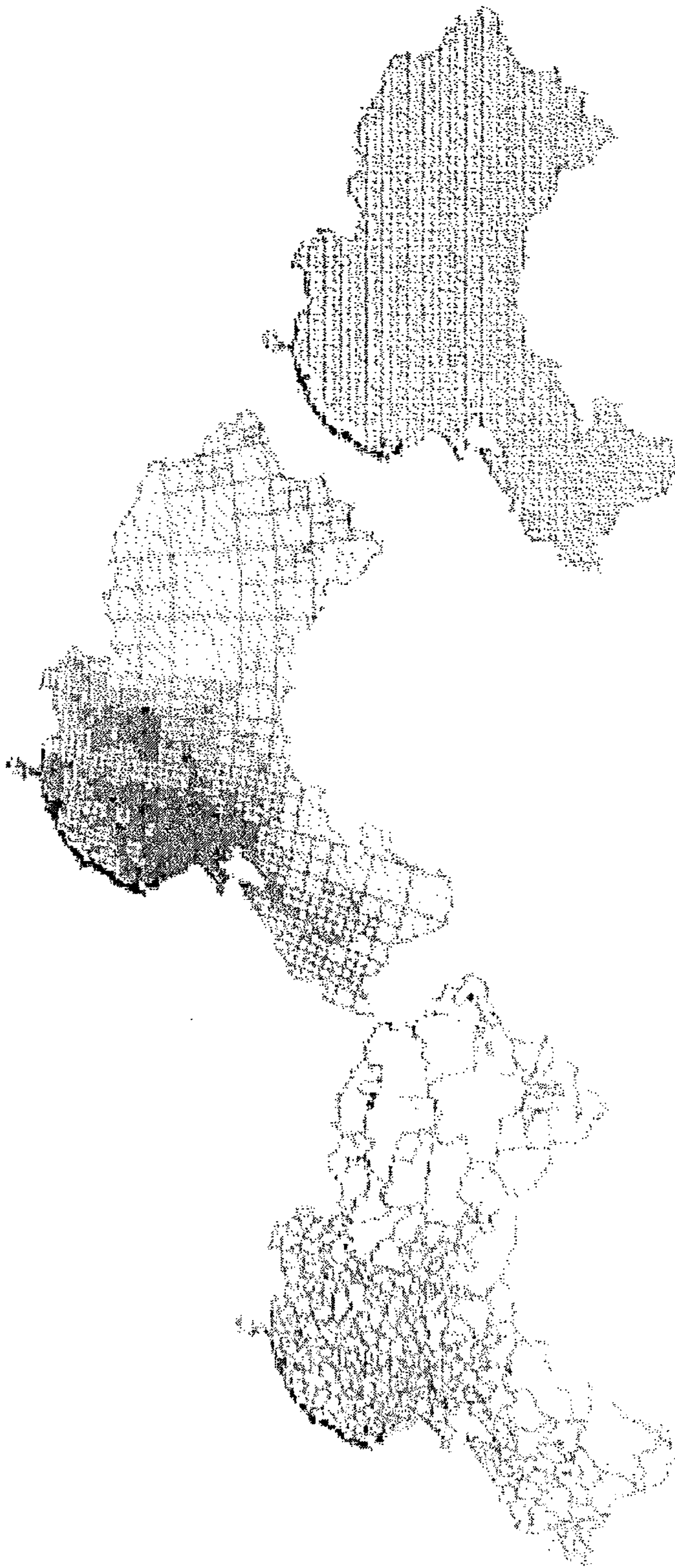


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5

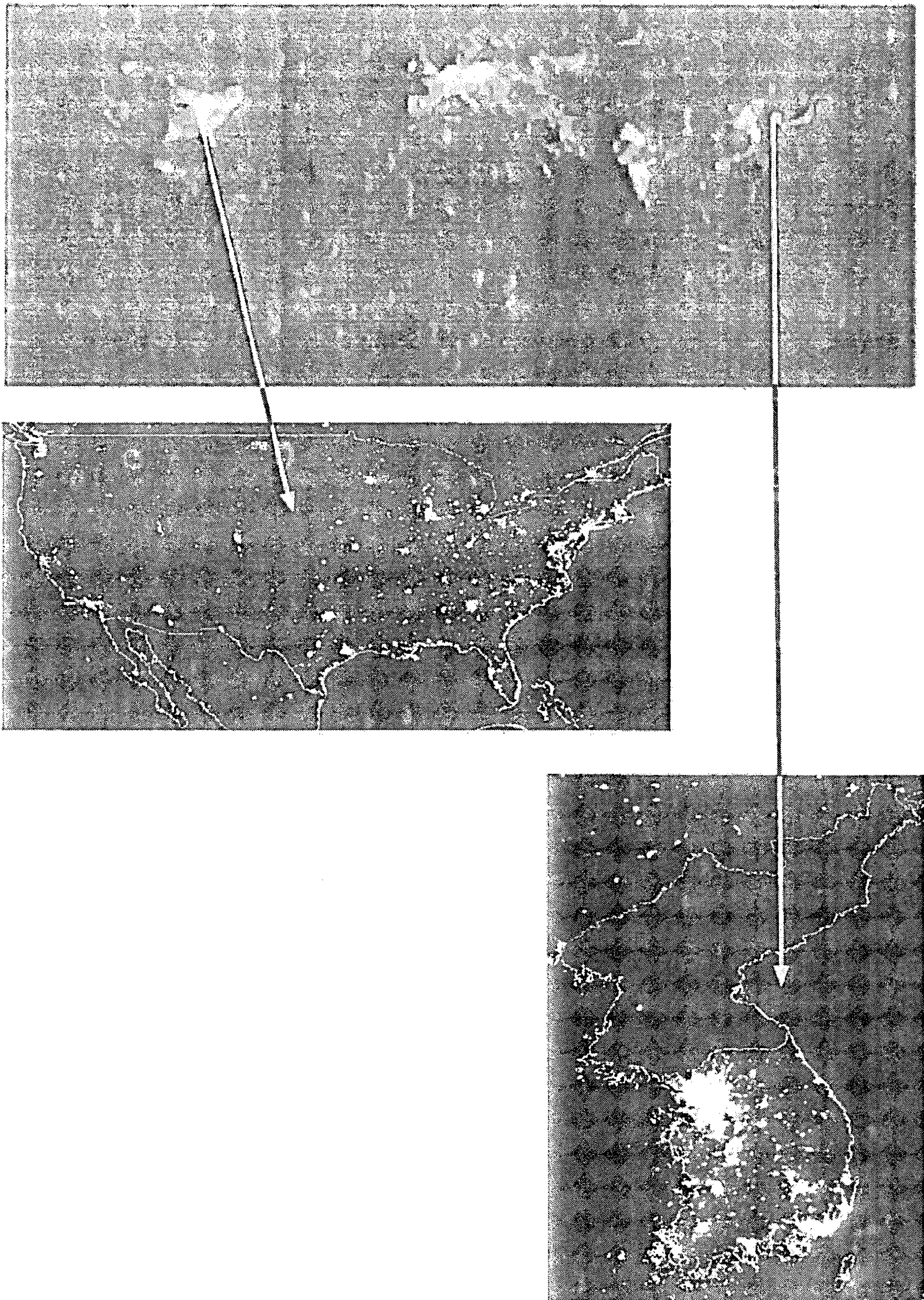


Fig. 6

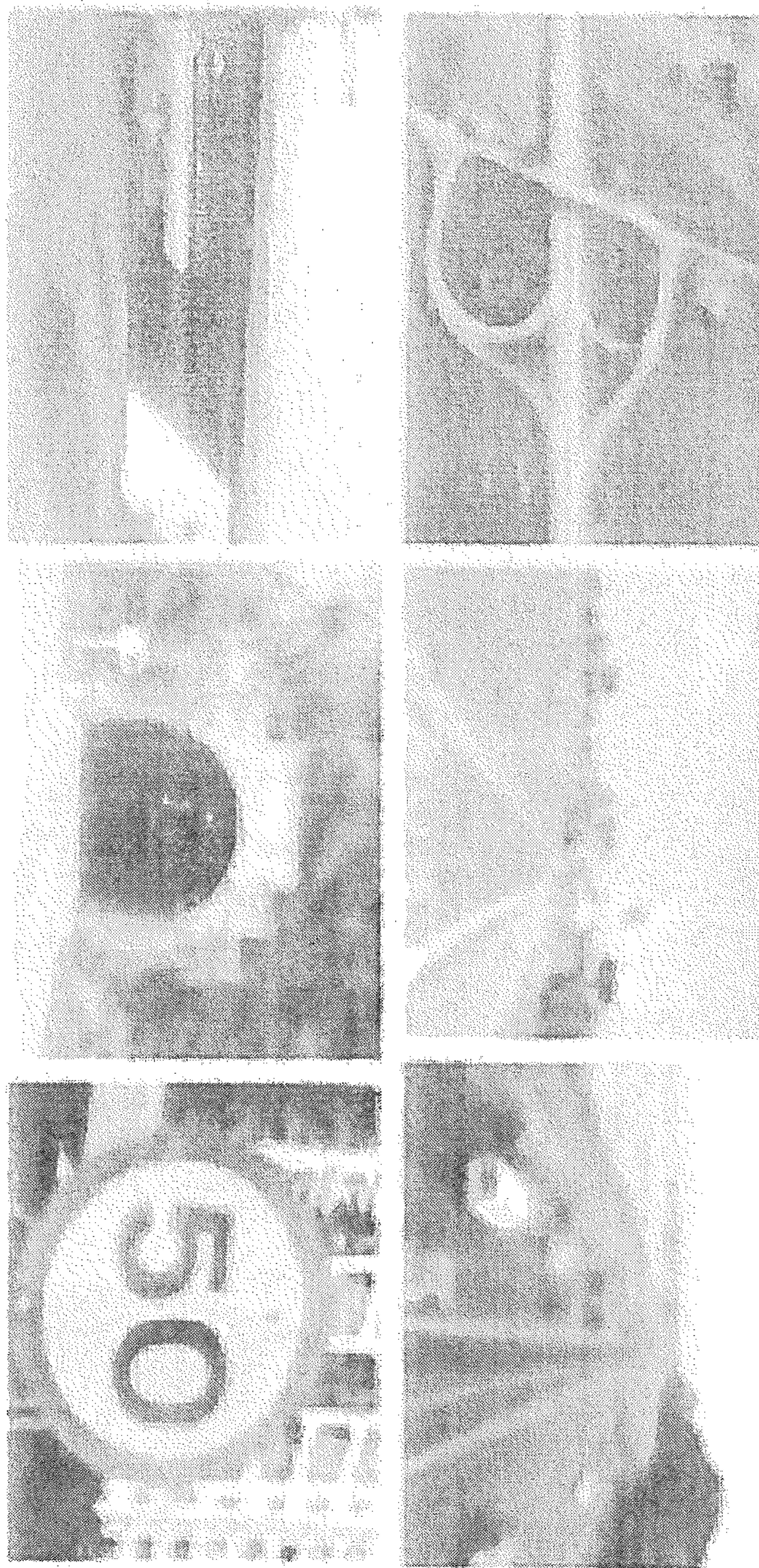


Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

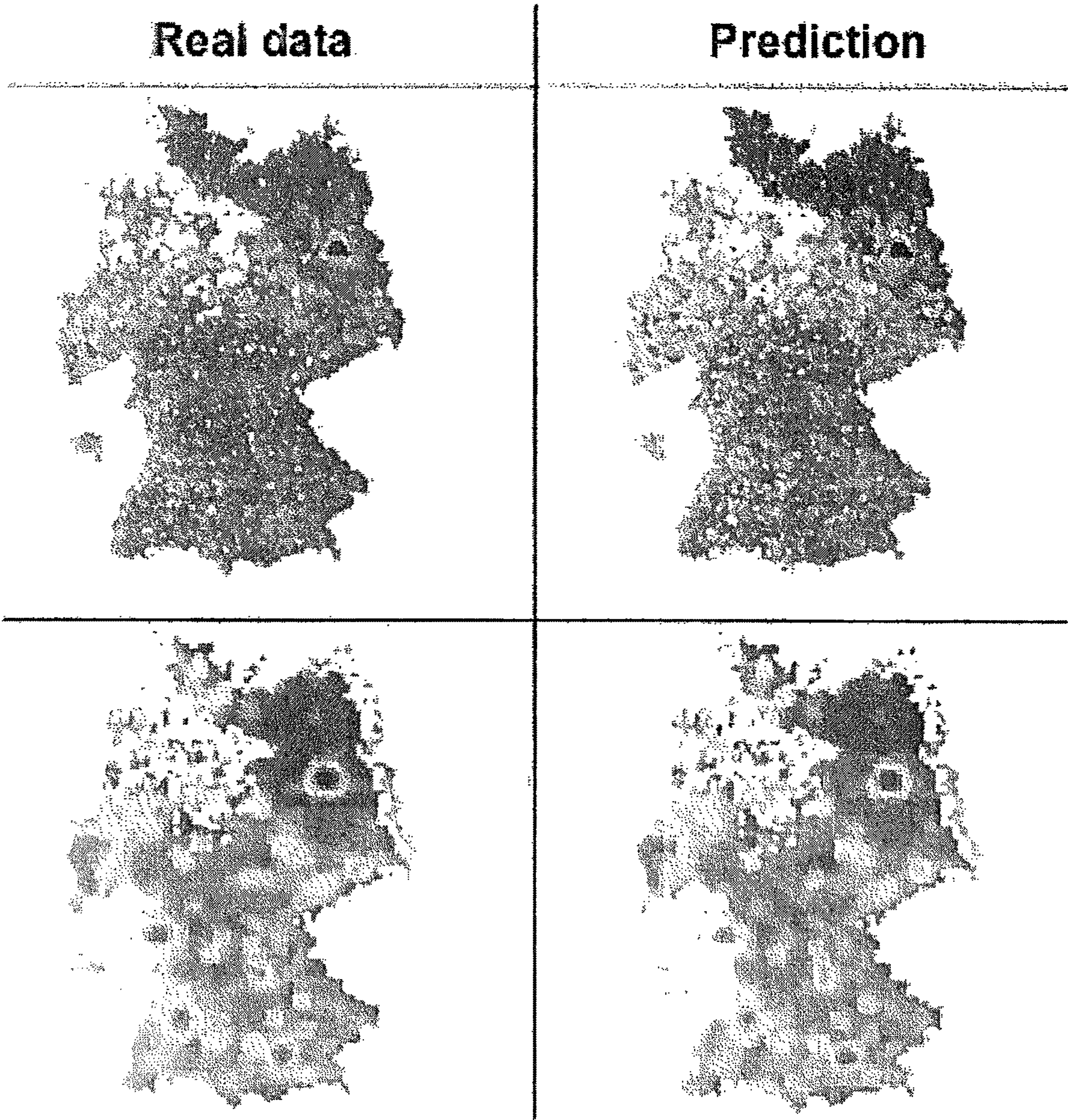


Fig. 10

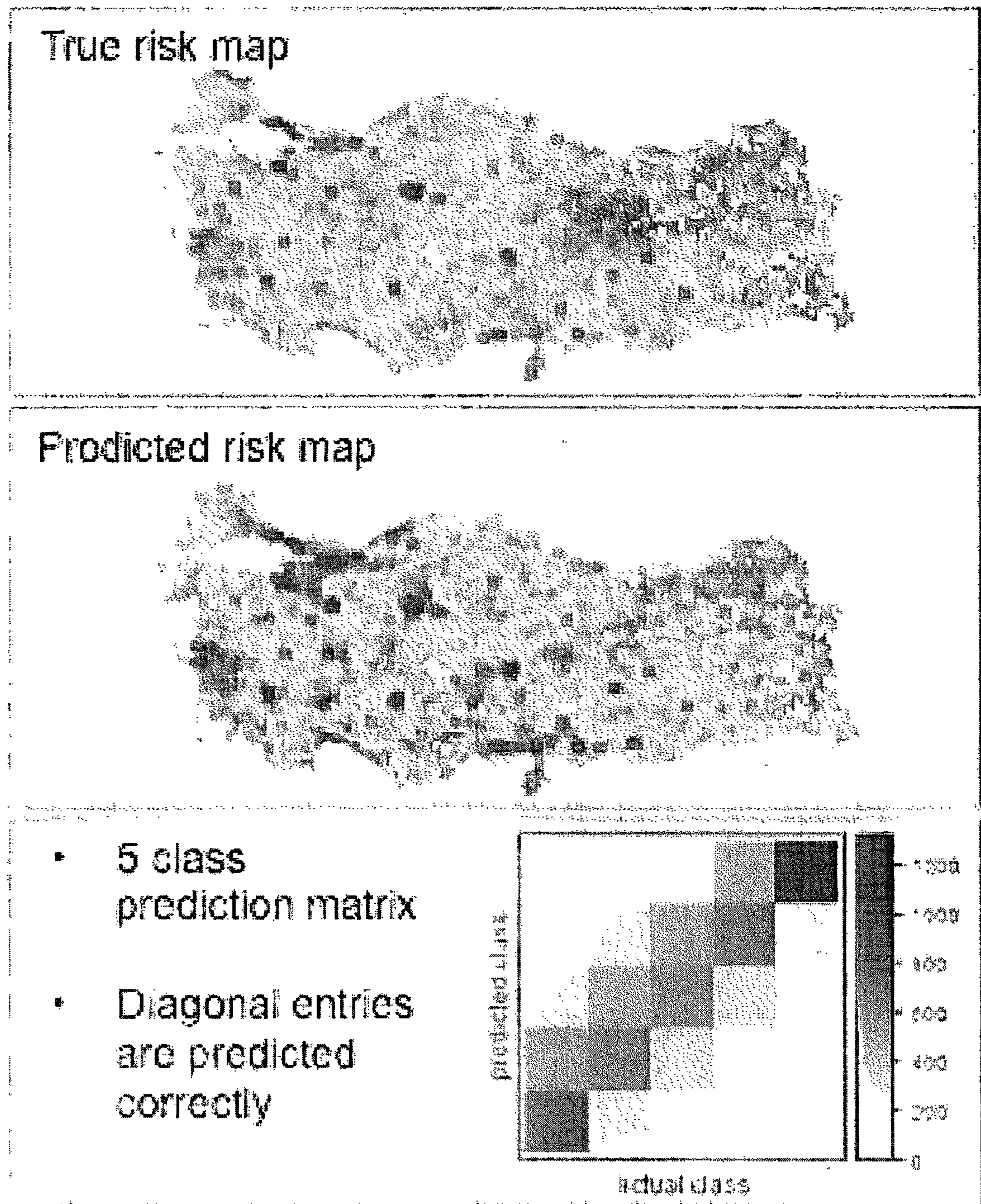


Fig. 11

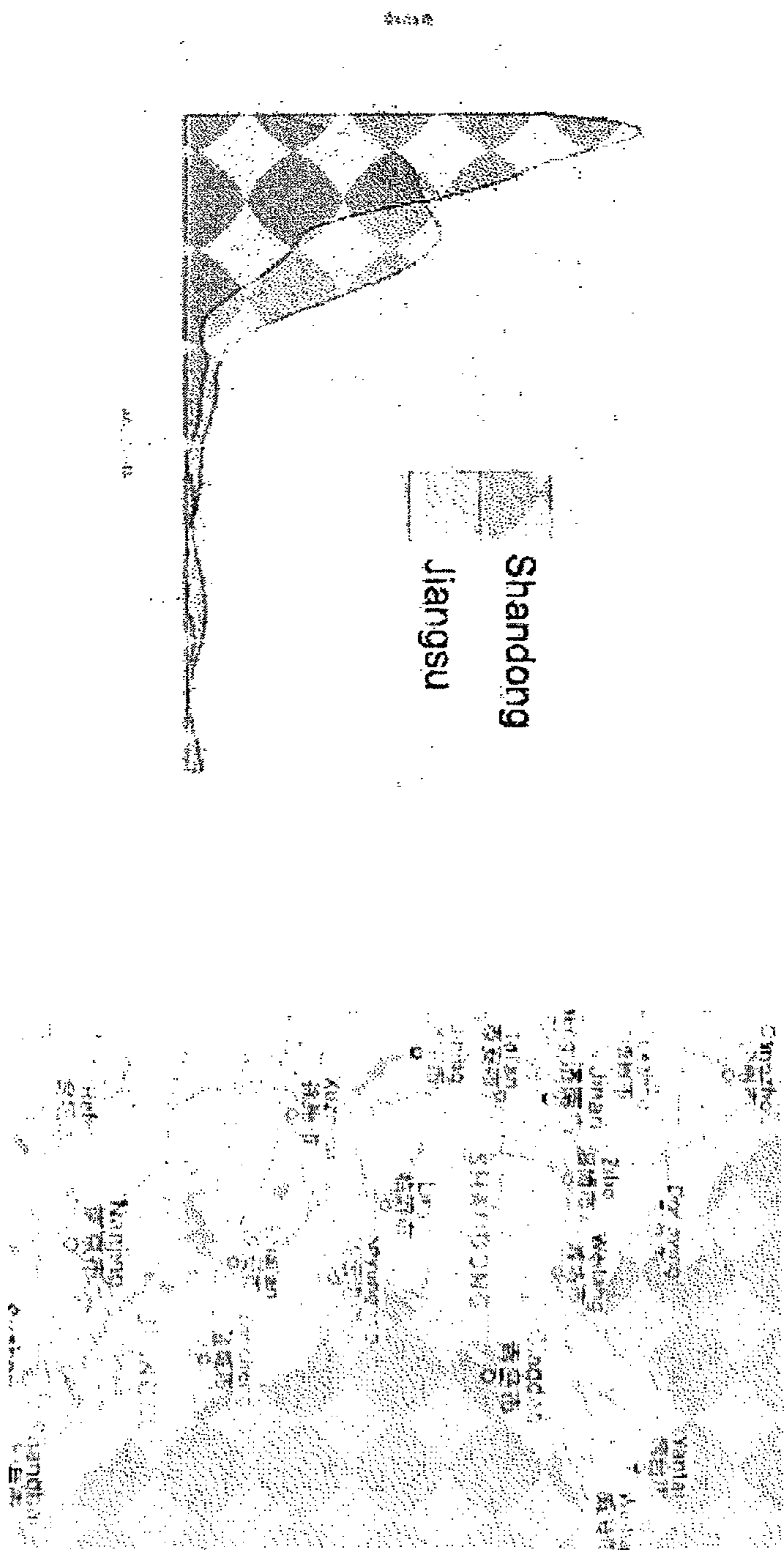


Fig. 12

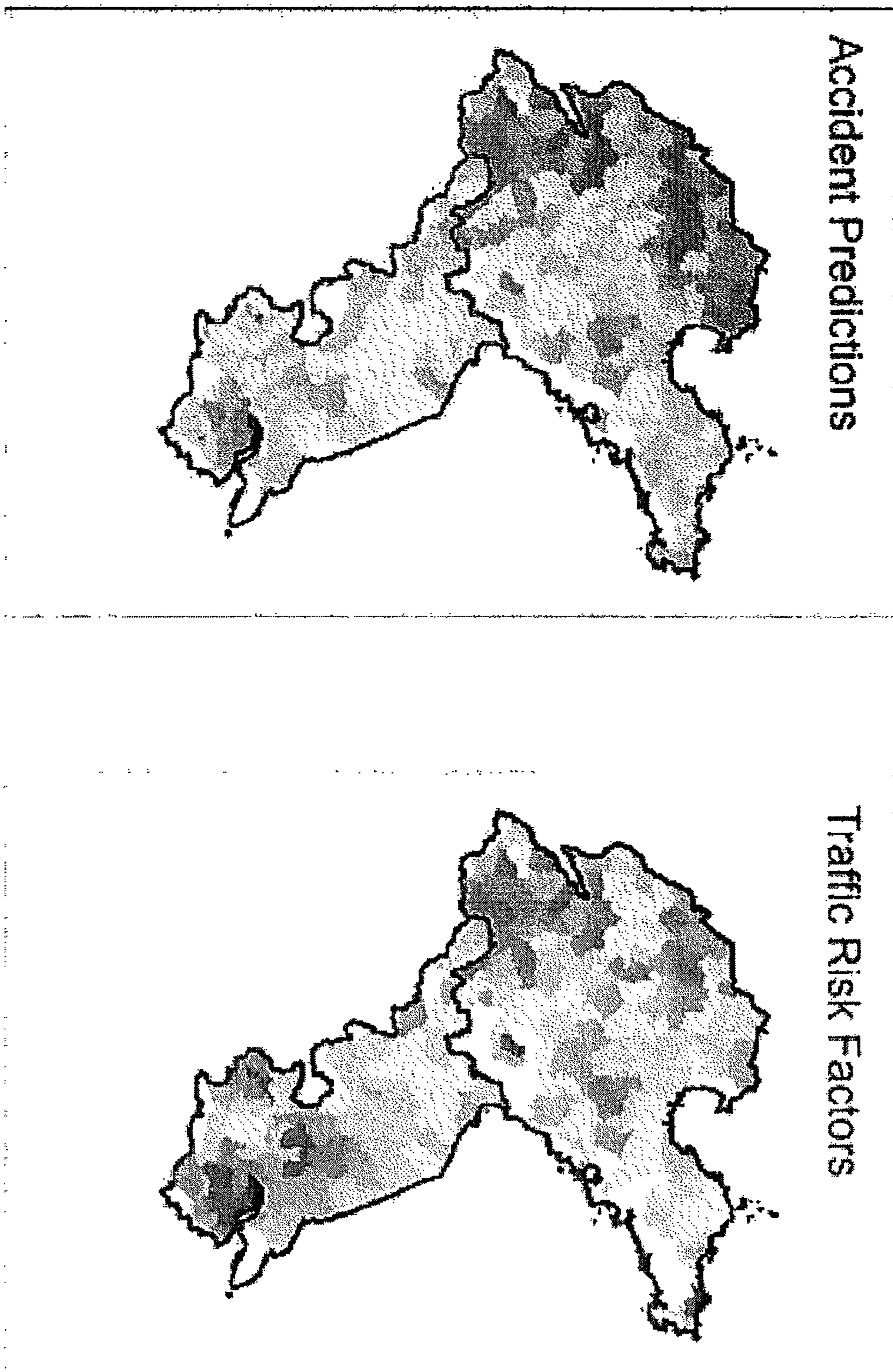


Fig. 13

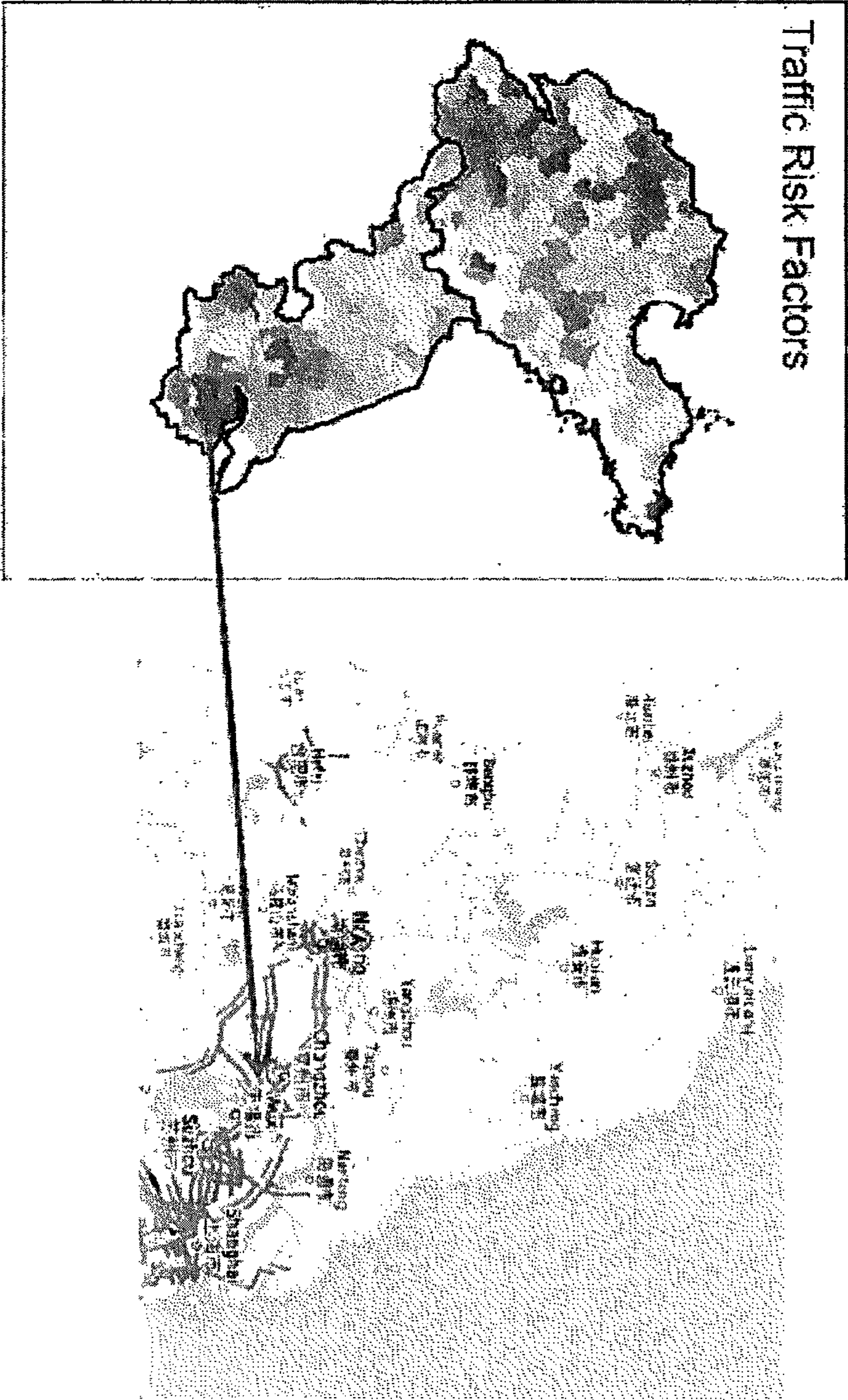


Fig. 14

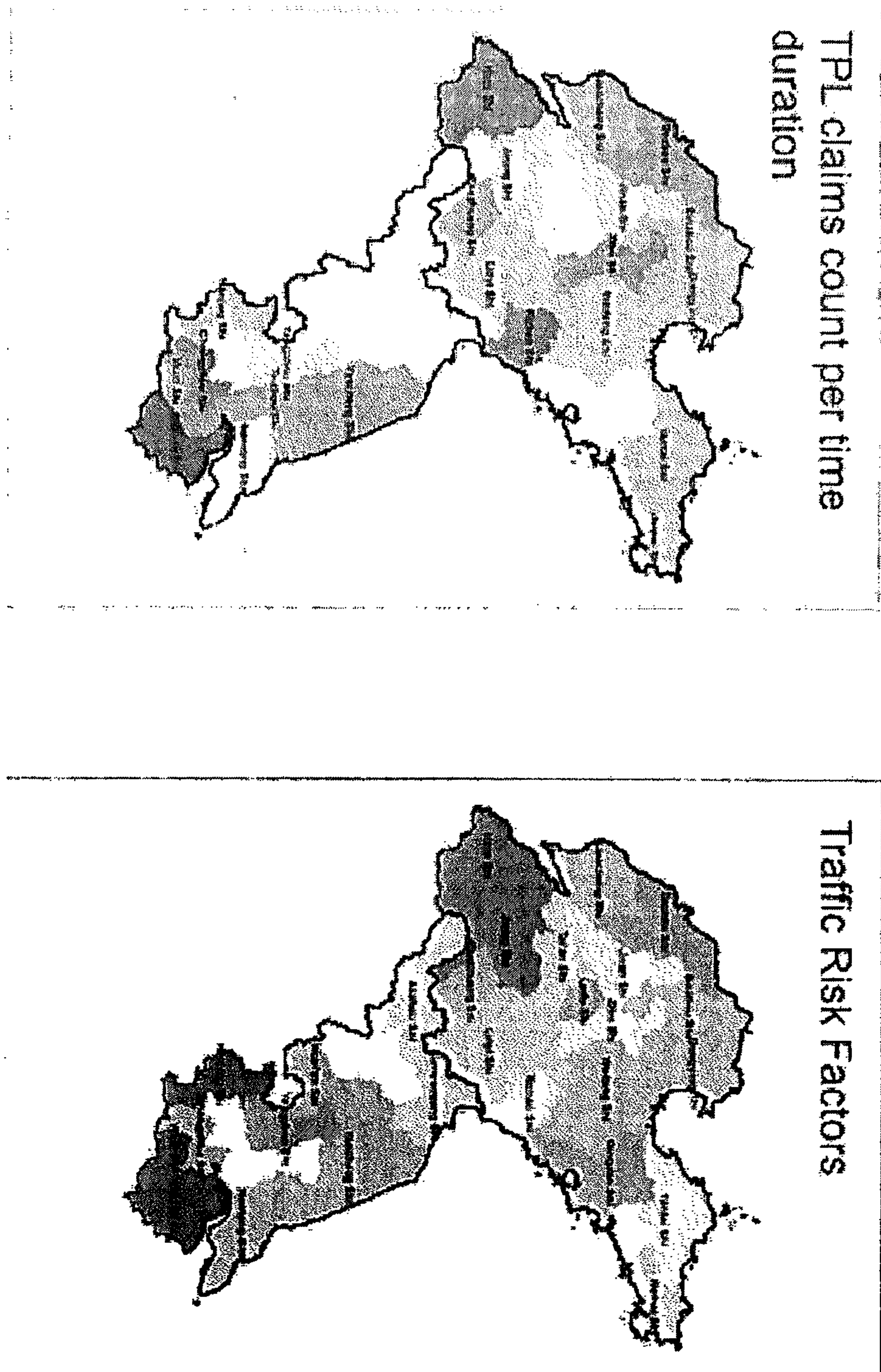


Fig. 15

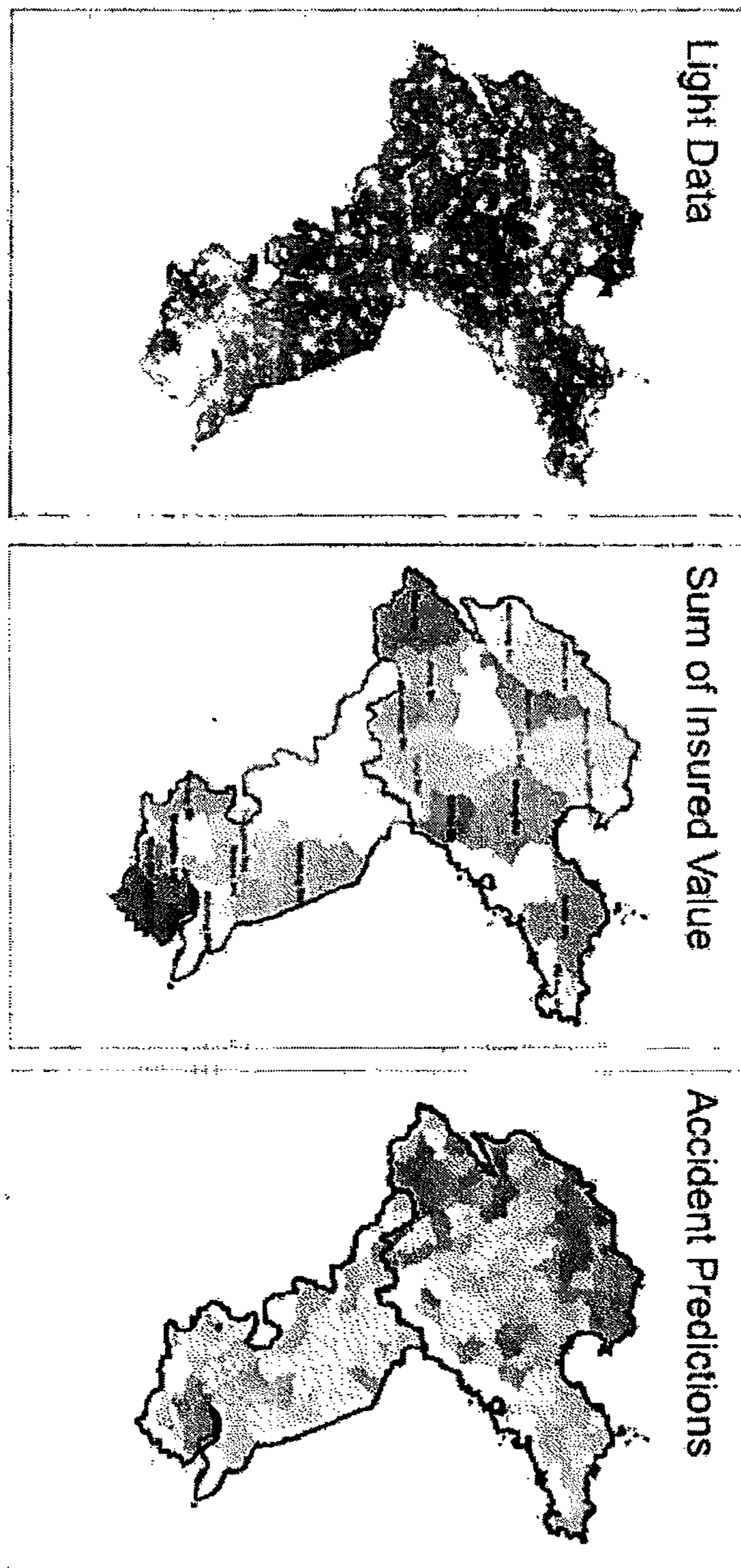


Fig. 16

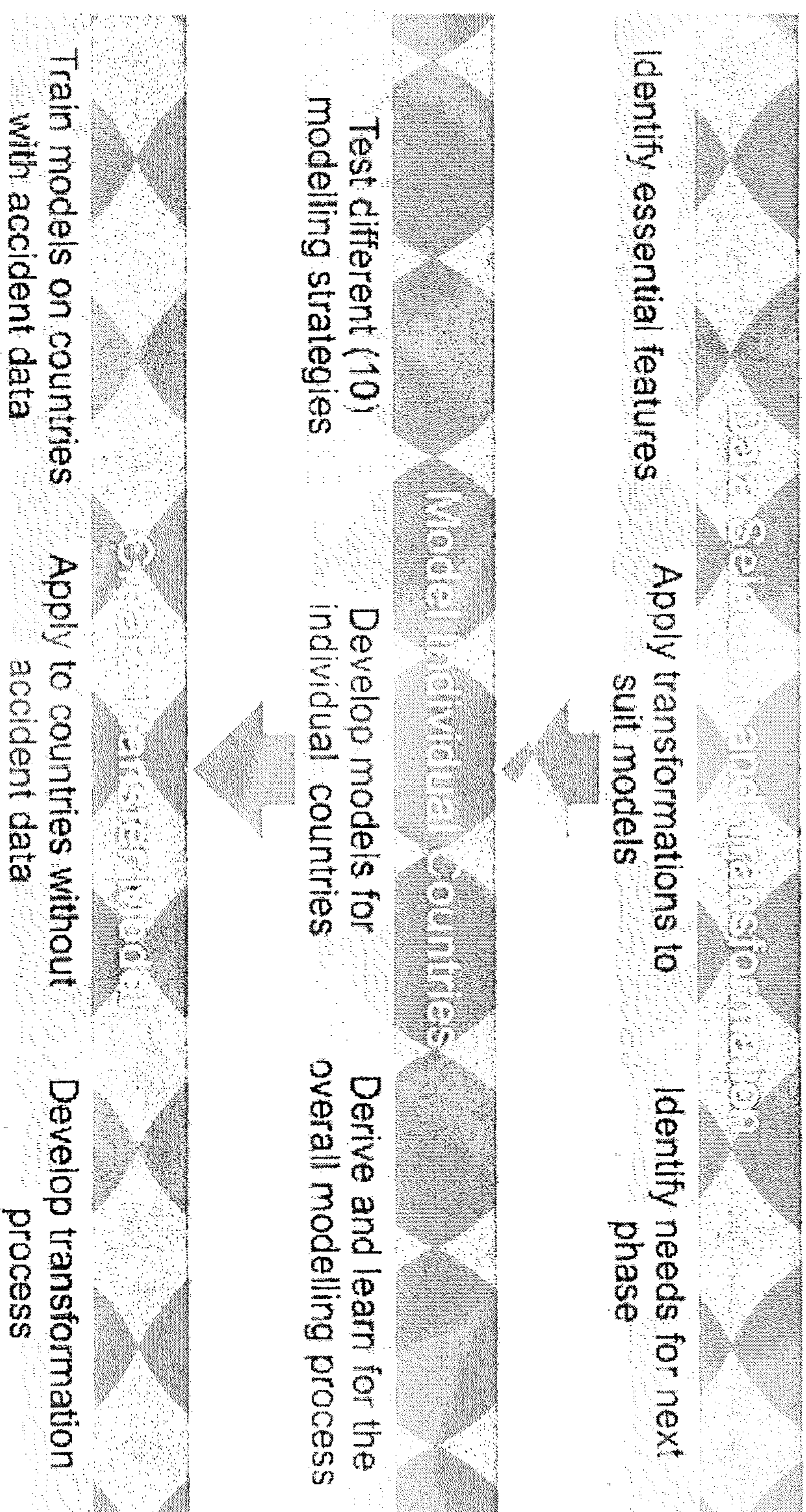


Fig. 17