

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000023144
Data Deposito	08/09/2021
Data Pubblicazione	08/03/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	08	G	1	01

Titolo

METODO E SISTEMA PER GENERARE DATI DI RIFERIMENTO PER LA PREVISIONE DI CONDIZIONI DI TRAFFICO, E METODO E SISTEMA PER PREVEDERE CONDIZIONI DI TRAFFICO

"METODO E SISTEMA PER GENERARE DATI DI RIFERIMENTO PER LA PREVISIONE DI CONDIZIONI DI TRAFFICO, E METODO E SISTEMA PER PREVEDERE CONDIZIONI DI TRAFFICO"

DESCRIZIONE

5 Sfondo dell'invenzione

Campo dell'invenzione

 La presente invenzione riguarda un metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico.

 La presente invenzione riguarda anche un sistema per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico.

 La presente invenzione riguarda anche un metodo per prevedere condizioni di traffico.

 La presente invenzione riguarda anche un sistema per prevedere condizioni di traffico.

15 Descrizione dell'arte nota

 Come noto, conoscere e prevedere le condizioni del traffico è estremamente utile, sia per evitare di sprecare tempo sia per ridurre il rischio di incidenti (in caso di traffico automobilistico).

 A tale scopo sono attualmente in uso alcuni metodi basati su statistiche relative agli spostamenti delle persone (ad es. in Italia i fine settimana del mese di agosto sono caratterizzati da traffico estremamente congestionato verso e dalle località turistiche) e/o su informazioni relative alle prenotazioni presso i luoghi turistici.

 Questi metodi mostrano tuttavia alcuni limiti evidenti, in quanto non riescono ad essere particolarmente precisi.

 Il documento WO 2004/027729 descrive un metodo e un sistema per rilevare e stimare il traffico veicolare sulla base di dati di posizione di terminali mobili in un sistema di telecomunicazioni.

 L'articolo "*Freeway Short-Term Travel Speed Prediction Based on Data Collection Time-Horizons: A Fast Forest Quantile Regression*"

Approach" di Zahid et al., pubblicato su MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) - <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/646>, rende nota un'analisi delle prestazioni predittive della regressione quantile della foresta rapida nel contesto della previsione del traffico.

5 Il libro *"Road Traffic Estimation Using Cellular Network Signaling in Intelligent Transportation Systems"* di Gundlegård et al, Nova Science Publishers, ISBN: 978-1-60741-588-6, descrive alcune tecniche per ottenere informazioni sul traffico veicolare in base a dati di rete cellulare.

10 L'articolo *"Review of traffic data estimations extracted from cellular networks"* di Caceres et al., pubblicato in IET Intelligent Transport Systems, DOI: 10.1049/iet-its:20080003 (disponibile all'indirizzo seguente: https://digital-library.theiet.org/content/journals/10.1049/iet-its_20080003), descrive come ottenere parametri relativi al traffico da dati basati su rete cellulare, illustrando metodi impiegati in studi di simulazione
15 e prove sul campo in ambito accademico e industriale.

Il documento WO 2009/080105 A1 descrive un metodo e un sistema per stimare il traffico veicolare.

Il documento WO 2020/002094 A1 descrive un metodo e un sistema per l'analisi del traffico.

20 Alla luce di quanto sopra, la Richiedente ha avvertito l'esigenza di disporre di una nuova tecnologia per la previsione del traffico (che si tratti di traffico pedonale o traffico veicolare) che sia precisa, affidabile e indipendente da circostanze specifiche in grado di influenzare il traffico.

Sintesi dell'invenzione

25 Un primo aspetto della presente invenzione riguarda un metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende determinare una zona di interesse.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per

generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende determinare una zona di rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, la zona di rilevazione è associata alla zona di interesse.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende rilevare la presenza di una pluralità di primi dispositivi in detta zona di rilevazione.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti primi dispositivi sono terminali utente mobili.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende, per ognuno di detti primi dispositivi, ricevere nel tempo una pluralità di primi segnali di rapporto.

15 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni primo segnale di rapporto include una posizione geografica di detto primo dispositivo.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni primo segnale di rapporto include un riferimento temporale associato a detta posizione geografica.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni primo segnale di rapporto include almeno uno di un identificativo di utente e un identificativo di sessione.

25 In una forma di realizzazione della presente invenzione, l'identificativo di utente è un identificativo temporaneo.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende, per ognuno di detti primi dispositivi, determinare, in base a detti primi segnali di rapporto, una o più caratteristiche di movimento correlate con il movimento di detto primo dispositivo in detta zona di

rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende calcolare, in base a dette una o più caratteristiche di movimento
5 di detti primi dispositivi, uno o più predittori associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende ricevere un segnale di traffico.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il segnale di traffico è rappresentativo di una condizione di traffico oggettiva in detta zona di interesse.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta condizione di traffico oggettiva si è verificata dopo un determinato tempo
15 rispetto a detti uno o più riferimenti temporali.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende determinare dati di riferimento in base a detti predittori calcolati e a detta condizione di traffico oggettiva.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti dati di riferimento correlano detti predittori e detta condizione di traffico oggettiva.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende memorizzare detti dati di riferimento in una prima memoria.

25 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti primi segnali di rapporto sono segnali Minimization of Drive Test, MDT.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti primi segnali di rapporto sono generati sulla base di segnali Minimization of Drive Test, MDT.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, dette una o

più caratteristiche di movimento includono la velocità alla quale ogni primo dispositivo si muove in detta zona di rilevazione.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, dette una o più caratteristiche di movimento includono una traiettoria lungo la quale si muove ogni primo dispositivo.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti uno o più predittori comprendono una velocità media di detti primi dispositivi.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti uno o più predittori comprendono una varianza della velocità di detti primi dispositivi.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, la correlazione tra detti uno o più predittori e possibili condizioni di traffico in detta zona di interesse è stabilita attraverso uno strumento di apprendimento automatico.

15 Un secondo aspetto della presente invenzione riguarda un metodo per prevedere condizioni di traffico.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende determinare una zona di interesse.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende determinare un percorso verso detta zona di interesse.

25 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende mettere a disposizione, in una memoria, dati di riferimento.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti dati di riferimento correlano predittori associati a possibili caratteristiche di movimento di terminali mobili in detta zona di rilevazione in un primo momento con possibili condizioni di traffico in detta zona di interesse in un secondo momento.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detto secondo momento cade dopo un determinato tempo da detto primo momento.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende rilevare la presenza di una pluralità di secondi dispositivi in detta zona di rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti secondi dispositivi sono terminali utente mobili.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende, per ognuno di detti secondi dispositivi, ricevere nel tempo una pluralità di secondi segnali di rapporto.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni secondo segnale di rapporto include una posizione geografica di detto secondo dispositivo.

15 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni secondo segnale di rapporto include un riferimento temporale associato a detta posizione geografica.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni secondo segnale di rapporto include almeno uno di un identificativo di utente e un identificativo di sessione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, l'identificativo di utente è un identificativo temporaneo.

25 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende, per ognuno di detti secondi dispositivi, determinare, in base a detti secondi segnali di rapporto, una o più caratteristiche di movimento correlate con il movimento di detto secondo dispositivo in detta zona di rilevazione.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende calcolare, in base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti secondi dispositivi, dati di

rilevazione corrispondenti a detti uno o più predittori associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende elaborare detti dati di rilevazione
5 in base a detti dati di riferimento, ottenendo una previsione di una condizione di traffico in detta zona di interesse in un momento che cade dopo un determinato tempo rispetto ai riferimenti temporali inclusi in detti secondi segnali di rapporto.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per
10 prevedere condizioni di traffico comprende generare un segnale di dati rappresentativo di detta condizione di traffico prevista.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti secondi segnali di rapporto sono segnali Minimization of Drive Test, MDT.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti secondi
15 segnali di rapporto sono generati sulla base di segnali Minimization of Drive Test, MDT.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, dette una o più caratteristiche di movimento includono una traiettoria lungo la quale si muove ogni secondo dispositivo.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, dette una o più caratteristiche di movimento includono la velocità alla quale ogni secondo dispositivo si muove in detta zona di rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, le possibili condizioni di traffico in detta zona di interesse sono rappresentate da due
25 o più etichette.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, ottenere una previsione della condizione di traffico comprende selezionare un'etichetta tra dette due o più etichette.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti dati di
30 rilevazione comprendono una velocità media di detti secondi dispositivi.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti dati di rilevazione comprendono una varianza della velocità di detti secondi dispositivi.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti dati di riferimento sono determinati eseguendo detto metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende inviare detti segnali di dati ad uno schermo installato in un'area associata a detta zona di rilevazione.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende inviare detti segnali di dati a dispositivi mobili in un'area associata a detta zona di rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende inviare detti segnali di dati ad
15 un sistema di gestione del traffico associato a detta zona di rilevazione e/o a detta zona di interesse.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende determinare una velocità consigliata per dispositivi mobili in un'area associata alla zona di
20 rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il metodo per prevedere condizioni di traffico comprende includere detta velocità consigliata in detto segnale di dati.

25 Un terzo aspetto della presente invenzione riguarda un sistema per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il sistema per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico comprende una prima memoria.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il sistema per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico

comprende una prima unità di elaborazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è accoppiata a detta prima memoria.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per determinare una zona di interesse.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per determinare una zona di rilevazione associata a detta zona di interesse.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per rilevare la presenza di una pluralità di primi dispositivi in detta zona di rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti primi dispositivi sono terminali utente mobili.

15 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per ricevere nel tempo, per ognuno di detti primi dispositivi, una pluralità di primi segnali di rapporto.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni primo segnale di rapporto include una posizione geografica di detto primo dispositivo.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni primo segnale di rapporto include un riferimento temporale associato a detta posizione geografica.

25 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni primo segnale di rapporto include almeno uno di un identificativo di utente e un identificativo di sessione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, l'identificativo di utente è un identificativo temporaneo.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per determinare per ognuno di detti primi dispositivi, in base a detti primi segnali di rapporto, una o più

caratteristiche di movimento correlate con il movimento di detto primo dispositivo in detta zona di rilevazione.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per calcolare, in base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti primi dispositivi, uno o più predittori associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per ricevere un segnale di traffico rappresentativo di una condizione di traffico oggettiva in detta zona di interesse.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta condizione di traffico oggettiva si è verificata dopo un determinato tempo rispetto a detti uno o più riferimenti temporali.

15 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per determinare dati di riferimento in base a detti uno o più predittori calcolati e a detta condizione di traffico oggettiva.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti dati di riferimento correlano detti uno o più predittori e detta condizione di traffico oggettiva.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta prima unità di elaborazione è configurata per memorizzare detti dati di riferimento in detta prima memoria.

25 Un quarto aspetto della presente invenzione riguarda un sistema per prevedere condizioni di traffico.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, il sistema per prevedere condizioni di traffico comprende una seconda memoria.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, il sistema per prevedere condizioni di traffico comprende una seconda unità di elaborazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è accoppiata a detta seconda memoria.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per determinare una zona di interesse.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per determinare una zona di rilevazione associata a detta zona di interesse.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda memoria contiene dati di riferimento.

15 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti dati di riferimento correlano predittori associati a possibili caratteristiche di movimento di dispositivi mobili in detta zona di rilevazione in un primo momento con possibili condizioni di traffico in detta zona di interesse in un secondo momento.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detto secondo momento cade dopo un determinato tempo da detto primo momento.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per rilevare la presenza di una pluralità di secondi dispositivi in detta zona di rilevazione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, detti secondi dispositivi sono terminali utente mobili.

25 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per ricevere nel tempo, per ognuno di detti secondi dispositivi, una pluralità di secondi segnali di rapporto.

30 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni secondo segnale di rapporto include una posizione geografica di detto secondo dispositivo.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni secondo segnale di rapporto include un riferimento temporale associato a detta posizione geografica.

5 In una forma di realizzazione della presente invenzione, ogni secondo segnale di rapporto include almeno uno di un identificativo di utente e un identificativo di sessione.

In una forma di realizzazione della presente invenzione, l'identificativo di utente è un identificativo temporaneo.

10 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per determinare, in base a detti secondi segnali di rapporto, una o più caratteristiche di movimento correlate con il movimento di detto secondo dispositivo in detta zona di rilevazione.

15 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per calcolare, in base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti secondi dispositivi, dati di rilevazione corrispondenti a detti uno o più predittori associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche.

20 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per elaborare detti dati di rilevazione in base a detti dati di riferimento, ottenendo una previsione di una condizione di traffico in detta zona di interesse in un momento che cade dopo un determinato tempo rispetto ai riferimenti temporali inclusi in detti secondi segnali di rapporto.

25 In una forma di realizzazione della presente invenzione, detta seconda unità di elaborazione è configurata per generare un segnale di dati rappresentativo di detta condizione di traffico prevista.

Breve descrizione dei disegni

30 Ulteriori caratteristiche e vantaggi appariranno maggiormente chiari alla luce della descrizione dettagliata che segue di alcune forme di realizzazione preferite, ma non esclusive, dell'invenzione. In questa

descrizione si farà riferimento alle figure allegate a titolo illustrativo e non limitativo, in cui:

- la Figura 1 mostra schematicamente un diagramma a blocchi di un ambiente in cui può essere implementata la presente invenzione;
- la Figura 2 mostra schematicamente un diagramma a blocchi di un sistema secondo alcune forme di realizzazione della presente invenzione;
- le Figure 3a-3b mostrano diagrammi a blocchi di una possibile implementazione di una parte del sistema di Figura 2;
- la Figura 4 mostra schematicamente una rappresentazione grafica di dati utilizzati in alcune forme di realizzazione della presente invenzione;
- le Figure 5a-5c rappresentano schematicamente alcune possibili configurazioni di zone in cui l'invenzione può essere realizzata.

Descrizione di alcune forme di realizzazione della presente invenzione

Secondo la presente invenzione, si rende nota una tecnica per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico, insieme con una tecnica per prevedere condizioni di traffico.

La Richiedente osserva preliminarmente che, nel presente contesto, il termine "traffico" è riferito alla presenza e al movimento di persone, veicoli, ecc.

In breve, l'invenzione qui descritta consente di prevedere condizioni di traffico che si verificheranno in un determinato momento in una zona di interesse Z1 in base al traffico rilevato in una zona di rilevazione Z2 con un certo anticipo rispetto a detto determinato momento (Figura 1).

La zona di rilevazione Z2 è preferibilmente almeno parzialmente distinta dalla zona di interesse Z1.

La zona di rilevazione Z2 è preferibilmente completamente distinta dalla zona di interesse Z1.

Preferibilmente, la zona di rilevazione Z2 comprende, è compresa in,

o consiste in, un percorso verso la zona di interesse Z1.

Le Figure 5a-5c rappresentano alcune delle possibili relazioni reciproche tra la zona di interesse Z1 e la zona di rilevazione Z2.

Ad esempio, la zona di rilevazione Z2 può essere un tratto
5 autostradale, e la zona di interesse Z1 può essere una posizione lungo la stessa autostrada, ad una certa distanza dalla zona di rilevazione Z2.

In un altro esempio, la zona di rilevazione Z2 può essere una determinata area pedonale in una città, e la zona di interesse Z1 può essere una diversa area pedonale, nella stessa città, collegata alla zona di
10 rilevazione Z2.

Inizialmente, quindi, il metodo secondo la presente invenzione prevede preferibilmente un passo di determinare una zona di interesse Z1.

La zona di interesse Z1 può avere dimensioni variabili tra poche centinaia di metri e vari chilometri, a seconda dell'analisi che si intende
15 effettuare.

All'interno della zona di interesse Z1 viene rilevata la presenza di dispositivi mobili.

Tale rilevamento può essere effettuato sulla base della segnalazione tra ciascuno di detti dispositivi mobili e la rete di telecomunicazioni a cui i
20 terminali sono connessi.

Ad esempio, la rete di telecomunicazioni può essere una rete cellulare che impiega la tecnologia 4G o la tecnologia 5G. Occorre sottolineare che l'invenzione è anche applicabile in altre reti cellulari.

La rete (indicata con 100 in Figura 2 e descritta in maggiore dettaglio
25 nel seguito) riceve nel tempo da ogni dispositivo mobile una pluralità di segnali informativi SIG.

Ogni segnale informativo include una posizione geografica del dispositivo mobile. Ad esempio, la posizione può essere espressa in termini di coordinate GPS. La posizione geografica può essere ottenuta attraverso
30 un modulo di posizionamento (come un modulo GPS) incluso in ogni

dispositivo mobile.

Occorre precisare che, sebbene si sia qui fatto esplicito riferimento al sistema GPS, è comunque possibile utilizzare qualsiasi sistema di posizionamento idoneo (ad es., il sistema Galileo, GLONASS, ecc.); più in generale, è possibile utilizzare un qualsiasi sistema GNSS (Global Navigation Satellite System). In aggiunta o in alternativa, possono essere impiegate tecniche di rilevazione basate su dati di rete cellulare.

Ogni segnale informativo SIG include un riferimento temporale associato alla posizione geografica. Il riferimento temporale è anche denominato Timestamp. Il riferimento temporale indica la data (formato preferito: dd-mm-yyyy, ossia due cifre indicanti il giorno, due cifre indicanti il mese e quattro cifre indicanti l'anno) e l'ora (formato preferito: hh:mm:ss.cc, ossia due cifre indicanti l'ora, due cifre indicanti i minuti, due cifre indicanti i secondi e due cifre indicanti i centesimi di secondo) in cui è stata rilevata la posizione geografica.

Ogni segnale informativo include almeno uno di un identificativo di utente e un identificativo di sessione.

In una forma di realizzazione, l'identificativo di utente è un identificativo temporaneo.

L'identificativo temporaneo è un identificativo che viene assegnato in modo casuale ad un dispositivo mobile quando questo si connette alla rete. Nelle reti 4G, ad esempio, tale identificativo temporaneo è denominato TMSI – Temporary Mobile Subscriber Identity. L'identificativo temporaneo sostituisce l'IMSI (International Mobile Subscriber Identity) nelle comunicazioni con la rete, in modo da limitare il rischio che l'IMSI venga rilevato da eventuali intercettatori. Come noto, l'IMSI identifica in modo esclusivo un abbonamento ad una rete mobile. L'IMSI è memorizzato nella scheda SIM installata in ogni dispositivo mobile. L'IMSI è inizialmente inviato dal dispositivo mobile alla rete per controllare i dati dell'utente nell'HLR (Home Location Register); l'IMSI può essere copiato localmente

nel VLR (Visitor Location Register). Nella segnalazione l'IMSI viene utilizzato il meno possibile, allo scopo di proteggerne la privacy. Come anzidetto, esso viene sostituito con un identificativo temporaneo, come il TMSI. L'associazione tra l'IMSI e il rispettivo TMSI viene memorizzata nella rete di trasporto. Il TMSI viene allocato ad ogni nuova connessione, ad ogni transizione di copertura, ad ogni accensione di un terminale utente o allorquando avviene un cambio di rete di accesso. Il TMSI rimane allocato senza cambiare fintantoché la rete di accesso resta la stessa, anche in caso di handover, fino ad un cambio di Location Area o Tracking Area.

Può anche essere previsto che l'identificativo di utente sia l'IMSI, ossia un identificativo non temporaneo. In tal caso, per questioni di privacy, agli utenti potrà essere richiesto il consenso all'utilizzo di dati personali. In aggiunta o in alternativa, potranno essere adottate tecniche di anonimizzazione dei dati. La Richiedente osserva che l'uso dell'IMSI assicura migliore precisione e accuratezza nella ricostruzione delle traiettorie dei dispositivi mobili: da un lato l'IMSI permette di associare in modo certo ogni segnale di rapporto al rispettivo dispositivo mobile, cosicché risulta possibile utilizzare un maggior numero di posizioni geografiche (ciascuna contenuta in un rispettivo segnale di rapporto) di un dato dispositivo mobile per definirne la traiettoria, mentre invece utilizzando il TMSI/identificatore di sessione alcuni segnali di rapporto non potrebbero essere associati ad uno specifico dispositivo mobile con ragionevole certezza e dovrebbero necessariamente essere scartati; dall'altro lato, l'IMSI permette di tracciare ogni dispositivo mobile con maggiore continuità, ad esempio in caso di cambio di tecnologia di accesso radio; si consideri, ad esempio, un dispositivo mobile connesso ad una rete 4G in una prima parte della sua traiettoria; successivamente, in una seconda parte della sua traiettoria, il dispositivo mobile commuta su una rete 3G, e infine si connette nuovamente alla rete 4G in una terza parte della sua traiettoria; in questo scenario, l'IMSI consentirà di non perdere

continuità nel tracciamento di tale dispositivo, nonostante il cambio di tecnologia di accesso radio, mentre il TMSI necessariamente cambierebbe nella seconda e nella terza parte, cosicché non sarebbe possibile associare allo stesso dispositivo mobile le tre parti della traiettoria.

5 L'identificativo di sessione è un identificativo di una sessione (ad es., una chiamata, uno scambio di SMS, uno scambio di dati applicativi, ecc.) generato da un determinato dispositivo mobile, basato su un determinato abbonamento, in un determinato periodo di tempo. Preferibilmente, il periodo di tempo è definito dall'MNO (Mobile Network Operator, operatore
10 di rete mobile) secondo le norme vigenti sulla privacy. Durante la sessione, il dispositivo tipicamente invia vari segnali informativi, ciascuno comprendente lo stesso identificativo di sessione. La frequenza con la quale vengono generati i segnali informativi durante una sessione è preferibilmente definita dall'MNO. In particolare, l'MNO stabilisce un
15 compromesso ragionevole tra l'accuratezza delle informazioni (ottenuta con una grande quantità di segnali informativi) e il carico di traffico sulla rete (che può essere limitato riducendo la quantità di segnali informativi).

Preferibilmente, ogni dispositivo mobile genera informazioni utili anche quando è in modalità inattiva (Idle). Le informazioni
20 reperite/determinate in modalità inattiva sono memorizzate localmente in una memoria tampone del dispositivo e quindi trasmesse alla rete – attraverso segnali informativi – non appena il dispositivo passa allo stato connesso (Connected).

In una forma di realizzazione preferita, i segnali informativi SIG sono
25 segnali MDT (Minimization of Drive Test). Tale tecnologia è stata standardizzata dall'ETSI ed è descritta nella specifica tecnica 3GPP TS 37.320; si potrà considerare, ad esempio, la versione 15.0.0 (2018-06). Detta specifica tecnica è qui incorporata a titolo di riferimento.

Ad esempio, ogni segnale informativo SIG può presentare la seguente
30 struttura logica:

Campo	Descrizione	Formato
CALL_ID/Session_ID	Identificativo di sessione	Numero intero positivo
DATE	Data in cui il segnale informativo viene inviato all'eNodeB	YYYY-MM-DD
TIME	Ora in cui il segnale informativo viene inviato all'eNodeB	hh:mm:ss.sss
TIMESTAMP	Data e ora in cui vengono rilevati i dati	YYYY-MM-DD hh:mm:ss.sss
HOME_NETWORK	PLMN della cella tracciante	Numero intero positivo
MTMSI	MME TMSI, identificativo temporaneo	Numero intero positivo
LATITUDE	Latitudine (WGS84)	dd.dddddd
LONGITUDE	Longitudine (WGS84)	ddd.dddddd
UNCERT_SEM_MNR	Asse semi-minore dell'ellisse/ellissoide di incertezza	m
UNCERT_SEM_MJR	Asse semi-maggiore dell'ellisse/ellissoide di incertezza	m
ORIENT_MJR_AXIS	Orientamento dell'asse semi-maggiore rispetto al nord geografico	°
ALTITUDE	Altitudine sul livello del mare	m
LATITUDE_10	Latitudine centrale del pixel in una griglia di 10m x 10m (WGS84)	dd.dddddd
LONGITUDE_10	Longitudine centrale del pixel in una griglia di 10m x 10m (WGS84)	ddd.dddddd
LATITUDE_25	Latitudine centrale del pixel in una griglia di 25m x 25m (WGS84)	dd.dddddd
LONGITUDE_25	Longitudine centrale del pixel in una griglia di 25m x 25m (WGS84)	ddd.dddddd
LATITUDE_50	Latitudine centrale del pixel in una griglia di 50m x 50m (WGS84)	dd.dddddd
LONGITUDE_50	Longitudine centrale del pixel in una griglia di 50m x 50m (WGS84)	ddd.dddddd

CARRIER_FREQ_PCELL	Numero di canale di radiofrequenza assoluto E-UTRA (downlink) della cella servente	Numero intero positivo
CELLID_PCELL	ID di cella E-UTRA della cella servente	Numero intero positivo
TIMING_ADVANCE		Numero intero positivo

Il metodo comprende determinare, in base ai segnali informativi SIG inviati da ogni dispositivo mobile, un percorso seguito da detto dispositivo mobile.

- 5 Preferibilmente, questo passo comprende un'operazione preliminare di correlazione: la Richiedente osserva che l'identificativo temporaneo (ad es., il TMSI) e l'identificativo di sessione non sono sempre entrambi inclusi in ogni segnale informativo SIG; in particolare, lo stesso identificativo temporaneo (ad es., il TMSI) è utilizzato per un tempo maggiore rispetto
10 all'identificativo di sessione e viene trasmesso solamente all'inizio di una connessione, mentre l'identificativo di sessione viene aggiornato (vale a dire cambiato) ad ogni sessione utente. Si esegue quindi un'operazione per correlare tra loro i segnali informativi SIG in base all'identificativo temporaneo e/o all'identificativo di sessione in essi contenuti. In questo
15 modo risulta possibile creare sequenze di dati correlati (ad es., campioni MDT).

Partendo dai segnali informativi SIG si possono creare sequenze di dati; tali sequenze includono posizioni geografiche di ogni dispositivo mobile, tracciate nel corso del tempo. Da un punto di vista pratico, le
20 posizioni geografiche sono ordinate in base al tempo di riferimento ad esse associato; unendo le posizioni geografiche ordinate (ad es., mediante una semplice interpolazione lineare), si può quindi determinare il percorso seguito da ciascun terminale utente mobile.

In una forma di realizzazione, il percorso di uno o più dispositivi mobili
25 comprende diversi segmenti. Ogni segmento è definito da una pluralità di posizioni geografiche; come già accennato, ogni posizione geografica è

associata ad un rispettivo riferimento temporale, e le posizioni geografiche sono ordinate in base ai rispettivi riferimenti temporali; in un segmento, la differenza tra i riferimenti temporali di ogni coppia di posizioni geografiche consecutive è minore di una soglia preimpostata.

5 Preferibilmente, uno o più percorsi includono una o più porzioni di giunzione che uniscono segmenti consecutivi.

Preferibilmente, ogni segmento è identificato da un rispettivo identificativo di segmento.

10 Preferibilmente, ogni percorso è identificato da un rispettivo identificativo di percorso. L'identificativo di percorso è correlato con l'identificativo di sessione, in quanto tutti i punti appartenenti ad uno stesso percorso sono associati ad uno stesso identificativo di sessione.

15 La Richiedente osserva che, nella presente descrizione, le espressioni "posizione geografica" e "punto" sono utilizzate in modo intercambiabile, dato che ogni posizione geografica inclusa in un segnale informativo definisce un corrispondente punto sul rispettivo percorso.

Alla luce di quanto sopra, risulta possibile definire un Dataset comprendente i dati seguenti:

20 Identificativo di percorso (Path_ID): codice che identifica in modo univoco un percorso; come anzidetto, esso è correlato con l'identificativo di sessione;

Identificativo di segmento (Segment_ID): codice che identifica in modo univoco ognuno dei segmenti appartenenti ad un percorso;

25 Hop: numero di punti che formano un segmento; tali punti sono ordinati da un primo punto ad un ultimo punto; il primo punto è preferibilmente indicato come Hop=0; l'ultimo punto è generalmente indicato come "Hop max";

Timestamp: data e ora di rilevamento dei dati;

Latitudine: latitudine della posizione del terminale utente mobile;

30 Longitudine: longitudine della posizione del terminale utente mobile.

La Figura 4 mostra schematicamente un percorso con il Dataset ad esso associato. Come si può vedere, questo percorso esemplificativo comprende tre segmenti (Segment#1, Segment#2, Segment#3) e due porzioni di giunzione (Joint1, Joint2) che uniscono rispettivamente
 5 Segment#1 con Segment#2 e Segment#2 con Segment#3.

Considerando ora Segment#1, ad esempio, la Figura 4 mostra come esso sia definito da quattro punti (o posizioni geografiche), identificati rispettivamente come Hop0...Hop3. In questo caso, "Hop max" è uguale a 3. Le tre parti definite da ciascuna coppia di punti consecutivi sono
 10 etichettate come l1, l2, l3.

Preferibilmente, il metodo secondo la presente invenzione comprende un passo di calcolare la lunghezza di ciascuno dei segmenti compresi in un percorso.

La lunghezza di un segmento può essere calcolata come segue:

15

$$L_{Segm} = \sum_{h=1}^{Hop\ max} l_h$$

in cui l_h indica la distanza tra l'h-esimo punto e l'(h-1)-esimo punto.

Preferibilmente, il metodo secondo la presente invenzione comprende
 20 un passo di calcolare la lunghezza di ogni percorso.

La lunghezza di un percorso può essere calcolata come segue:

$$L_{Path} = \sum_{i=1}^P L_{Segm_i} + \sum_{j=1}^J L_{Joint_j}$$

in cui P è il numero di segmenti compresi nel percorso, J è il numero
 25 di porzioni di giunzione comprese nel percorso, L_{Joint_j} è la lunghezza della j-esima porzione di giunzione.

Come anzidetto, i segnali informativi SIG sono inviati dai dispositivi

mobili alla rete; la Figura 2 mostra, insieme con altre entità, una rete di accesso radio (RAN, Radio Access Network) 100 in grado di operare in questo contesto.

La RAN 100 comprende una pluralità di stazioni radio base (RBS, Radio Base Stations) 110 distribuite su un territorio in modo da fornire copertura radio. In particolare, sono presenti delle RBS nella zona di interesse Z1 e nella zona di rilevazione Z2.

Ad esempio, la RAN 100 può fornire accesso radio secondo le tecnologie 4G o 5G. L'esperto del ramo comprenderà come la presente invenzione non si limiti in linea di principio a tali tecnologie, ma possa essere realizzata anche utilizzando tecnologie/standard di accesso radio differenti/future.

Le RBS 110 sono collegate ad una struttura di controllo che gestisce il traffico radio da e verso le RBS 110. La struttura di controllo, che può includere apparati installati presso le stazioni radio base RBS 110 e in posizioni remote, è qui chiamata genericamente unità di controllo 120. Quest'ultima è di per sé nota e non sarà descritta nei dettagli nel seguito. Ad esempio, l'unità di controllo 120 può comprendere un controllore di rete radio (RNC, Radio Network Controller) associato alla RAN 100 (ad es., nel caso di una rete 3G) oppure uno o più elementi di un'entità di gestione della mobilità (MME, Mobility Management Entity) (ad es., nel caso di una rete 4G o 5G). La RAN 100 e l'unità di controllo 120 formano un sistema di comunicazioni ad accesso radio, indicato con 300 in Figura 2.

Le RBS 110 scambiano segnali radio con dispositivi mobili 200 attraverso rispettive connessioni wireless. In particolare, come accennato, le RBS 100 ricevono i suddetti segnali informativi SIG.

Secondo l'invenzione, i dispositivi mobili 200 possono comprendere smartphone, tablet e veicoli, tipicamente automobili, dotati di connettività WAN (Wide Area Network). Per previsioni di traffico pedonale si potranno prendere in considerazione, ad esempio, smartphone e tablet; per

previsioni di traffico veicolare si potranno prendere in considerazione smartphone, tablet e veicoli con connessione WAN (o le centraline di bordo di tali veicoli).

La presente invenzione si snoda in due fasi che possono essere
5 realizzate individualmente o in combinazione tra loro, a seconda delle specifiche esigenze delle entità industriali/commerciali coinvolte e degli accordi in essere tra le stesse.

Una prima fase riguarda la generazione di dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico; una seconda fase riguarda l'effettiva
10 previsione di condizioni di traffico.

La prima fase e la seconda fase coinvolgono entrambe dei dispositivi mobili 200. Non è noto a priori se un determinato dispositivo mobile coinvolto nella prima fase sarà coinvolto anche nella seconda fase. Di conseguenza, per chiarezza, i dispositivi mobili coinvolti nella prima fase
15 saranno considerati diversi da quelli coinvolti nella seconda fase. I dispositivi mobili coinvolti nella prima fase sono indicati come "primi dispositivi" 210, mentre i dispositivi mobili coinvolti nella seconda fase sono indicati come "secondi dispositivi" 220. In termini generici, non si esclude che uno o più dei primi dispositivi 210 possano essere compresi anche tra i
20 secondi dispositivi 220 e/o che uno o più dei secondi dispositivi 220 possano essere compresi anche tra i primi dispositivi 210.

Quanto sopra indicato in relazione al termine generico "dispositivo(i) mobile(i)" vale sia per i primi dispositivi 210 sia per i secondi dispositivi 220.

25 Le operazioni relative alla prima fase sono preferibilmente eseguite da un sistema per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico, indicato con 1a nelle Figure 2, 3a.

Il sistema 1a comprende una prima memoria M1 e una prima unità di elaborazione 140a, accoppiata alla prima memoria M1.

30 Preferibilmente, la prima unità di elaborazione 140a include una

prima unità di raccolta dati 141a e un primo modulo di elaborazione 142a; la prima unità di raccolta dati 141a è configurata per ricevere primi segnali di rapporto RS1 e per fornire gli stessi al primo modulo di elaborazione 142a.

5 I primi segnali di rapporto RS1 possono essere segnali informativi SIG inviati dai primi dispositivi, oppure possono essere generati sulla base dei segnali informativi SIG.

I primi segnali di rapporto RS1 possono essere segnali MDT, oppure possono essere generati sulla base di segnali MDT.

10 Per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico, la prima unità di elaborazione 140a – ed in particolare il primo modulo di elaborazione 142a – è configurata per rilevare la presenza di dispositivi mobili (primi dispositivi 210) nella zona di rilevazione Z2.

Tale rilevamento si basa sui primi segnali di rapporto RS1 ricevuti
15 dalla prima unità di elaborazione 140a – ed in particolare dal primo modulo di elaborazione 142a.

La Richiedente osserva che, nel contesto della presente invenzione, l'identità degli utenti associati ai dispositivi mobili 200 non viene utilizzata, in quanto i dati di cui fa uso l'invenzione consistono sostanzialmente in
20 posizioni dei dispositivi, misurazioni correlate con la connessione wireless tra i dispositivi wireless e la RAN 100, e riferimenti temporali associati alle misurazioni. Di conseguenza, dall'implementazione della presente invenzione non derivano problemi di privacy.

I primi segnali di rapporto RS1 ricevuti dalla prima unità di
25 elaborazione 140a, ed in particolare dal primo modulo di elaborazione 142a, vengono elaborati in modo da calcolare caratteristiche di movimento per ogni primo dispositivo 210.

In particolare, in base alle informazioni incluse nei primi segnali di rapporto RS1 (posizione e riferimento temporale, oltre all'identificativo),
30 vengono calcolate caratteristiche di movimento per ogni primo dispositivo

210.

Ad esempio, le caratteristiche di movimento possono includere una traiettoria seguita dal primo dispositivo 210 nella zona di rilevazione Z2. La traiettoria può essere calcolata come precedentemente descritto, in base ai
5 succitati segmenti e percorsi.

In una forma di realizzazione, la traiettoria di ogni primo dispositivo può essere vantaggiosamente impiegata per verificare che il primo dispositivo 210 si trovi realmente nella zona di rilevazione Z2 e stia continuando a muoversi nella zona di rilevazione Z2.

10 Le caratteristiche di movimento possono anche comprendere una velocità alla quale ogni primo dispositivo 210 si muove nella zona di rilevazione Z2.

In base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti primi dispositivi, la prima unità di elaborazione 140a (ed in particolare il primo
15 modulo di elaborazione 142a) calcola uno o più predittori.

L'uno o più predittori sono associati ai riferimenti temporali e alle posizioni geografiche incluse nei primi segnali di rapporto RS1.

In termini pratici, i predittori (calcolati con riferimento alla zona di rilevazione Z2) sono parametri che sono definiti e calcolati in modo tale da
20 essere correlati con le condizioni di traffico nella zona di interesse Z1 dopo un certo tempo. Di conseguenza, come risulterà maggiormente chiaro nel seguito, i predittori possono essere vantaggiosamente utilizzati per prevedere le condizioni di traffico nella zona di interesse Z1.

L'uno o più predittori possono comprendere, ad esempio, la velocità
25 media e/o la varianza della velocità dei primi dispositivi in un determinato momento (identificato dai riferimenti temporali inclusi nei segnali di rapporto utilizzati per calcolare i dati di riferimento).

In accordo con l'invenzione, per generare i dati di riferimento necessari per la previsione vengono rese disponibili informazioni relative
30 alla condizione di traffico oggettiva nella zona di interesse Z1.

A tale scopo, la prima unità di elaborazione 140a (ed in particolare il primo modulo di elaborazione 142a) riceve un segnale di traffico TS rappresentativo di una condizione di traffico oggettiva nella zona di interesse Z1. La condizione di traffico oggettiva si è verificata (o si verifica) dopo un determinato tempo rispetto a detti uno o più riferimenti temporali associati al predittore o ai predittori. Ad esempio, tale determinato tempo può essere compreso tra 15 minuti e 20 minuti. Possono comunque essere impiegati anche valori temporali diversi per tale determinato tempo, in funzione di implementazioni ed esigenze specifiche.

Il segnale di traffico TS può essere in qualsiasi forma appropriata, a condizione che contenga informazioni relative alla condizione di traffico oggettiva nella zona di interesse Z1 in un determinato momento. Ad esempio, il segnale di traffico TS può essere inserito da un operatore umano sulla base di dati ricevuti tramite canali informativi. In aggiunta o in alternativa, il segnale di traffico TS può essere ottenuto mediante tecniche automatiche implementate tramite software, in base a rilevazioni effettuate da "telecamere di monitoraggio del traffico" o altri sistemi di rilevazione.

Le condizioni di traffico possono, in generale, essere espresse per mezzo di due o più etichette.

Ad esempio, possono essere utilizzate etichette come "alto", "basso" (in una configurazione a due etichette) oppure come "scorrevole", "intenso", "congestionato" (in una configurazione a tre etichette).

Da un punto di vista pratico, la condizione di traffico oggettiva rappresenta la condizione di traffico realmente presente nella zona di interesse Z1 in un determinato momento. L'uno o più predittori rappresentano il movimento di dispositivi mobili (rappresentativi di pedoni o veicoli) ad una certa distanza dalla zona di interesse Z1, in un determinato momento precedente al verificarsi della condizione di traffico oggettiva.

Secondo l'invenzione, la prima unità di elaborazione 140a (ed in particolare il primo modulo di elaborazione 142a) determina i dati di

riferimento in base ai predittori calcolati e alla condizione di traffico oggettiva. I dati di riferimento correlano i predittori e la condizione di traffico oggettiva.

5 In una forma di realizzazione, per calcolare i dati di riferimento può essere utilizzato un processo statistico.

10 In una forma di realizzazione, per calcolare i dati di riferimento può essere utilizzato uno strumento di apprendimento automatico 143, installato nella prima unità di elaborazione 140a (ed in particolare nel primo modulo di elaborazione 142a). In questo caso, lo strumento di apprendimento automatico 143 viene addestrato fornendo in ingresso l'uno o più predittori in associazione con le condizioni di traffico oggettive nella zona di interesse; dopo un certo periodo di tempo e una quantità appropriata di dati di addestramento, lo strumento di apprendimento automatico avrà definito il proprio funzionamento interno (ad esempio, 15 determinando pesi appropriati da assegnare a "sinapsi", ossia collegamenti tra "neuroni" nelle reti neurali artificiali). I dati di riferimento rappresentano quindi la configurazione dello strumento di apprendimento automatico 143 addestrato.

20 I dati di riferimento sono quindi memorizzati nella prima memoria M1, per essere successivamente utilizzati nella seconda fase, vale a dire la reale fase predittiva.

Occorre notare che il riferimento 143 in Figura 3a indica lo strumento di apprendimento automatico, quest'ultimo trovandosi nella fase di addestramento (prima fase).

25 Come anzidetto, una seconda fase prevista dalla presente invenzione consiste nella previsione di condizioni di traffico.

Le operazioni della seconda fase sono preferibilmente eseguite da un sistema per prevedere condizioni di traffico, indicato con 1b nelle Figure 2, 3b.

30 La tecnica si basa su un'operazione di rilevazione eseguita sulla zona

di rilevazione Z2 e su un calcolo/previsione effettuato con riferimento alla zona di interesse Z1.

Il sistema 1b comprende una seconda memoria M2 e una seconda unità di elaborazione 140b, accoppiata alla seconda memoria M2.

5 Preferibilmente, la seconda unità di elaborazione 140b include una seconda unità di raccolta dati 141b ed un secondo modulo di elaborazione 142b; la seconda unità di raccolta dati 141b è configurata per ricevere secondi segnali di rapporto RS2 (descritti più in dettaglio nel seguito) e per fornire gli stessi al secondo modulo di elaborazione 142b.

10 Nella seconda memoria M2 sono memorizzati dati di riferimento.

I dati di riferimento correlano predittori associati a possibili caratteristiche di movimento di dispositivi mobili nella zona di rilevazione Z2 in un primo momento con possibili condizioni di traffico nella zona di interesse Z1 in un secondo momento. Il secondo momento cade dopo un
15 determinato tempo dal primo momento.

Preferibilmente, i dati di riferimento sono calcolati come indicato con riferimento alla suddetta prima fase.

In una forma di realizzazione, la prima e la seconda memoria M1, M2 possono essere lo stesso dispositivo di memorizzazione.

20 In una forma di realizzazione, i dati di riferimento, che sono memorizzati nella prima memoria M1 durante la prima fase, vengono trasmessi o trasferiti per essere memorizzati nella seconda memoria M2.

Nella zona di rilevazione Z2 viene rilevata la presenza di una pluralità di secondi dispositivi 220.

25 Come anzidetto, la seconda unità di elaborazione 140b, ed in particolare il secondo modulo di elaborazione 142b, riceve secondi segnali di rapporto RS2.

I secondi segnali di rapporto RS2 possono essere i segnali informativi SIG generati dai secondi dispositivi 220, oppure possono essere generati
30 sulla base di tali segnali informativi SIG.

I secondi segnali di rapporto RS2 possono essere segnali MDT, oppure possono essere generati sulla base di segnali MDT.

5 In base alla posizione geografica, al riferimento temporale e all'identificativo, la seconda unità di elaborazione 140b, ed in particolare il secondo modulo di elaborazione 142b, calcola una o più caratteristiche di movimento dei secondi dispositivi 220.

10 Tali caratteristiche di movimento possono comprendere una traiettoria seguita dal secondo dispositivo mobile e/o una velocità alla quale il secondo dispositivo mobile si muove nella zona di rilevazione Z2. La traiettoria può essere determinata sulla base di segmenti/percorsi come precedentemente descritto.

In funzione delle caratteristiche di movimento dei secondi dispositivi, la seconda unità di elaborazione 140b, ed in particolare il secondo modulo di elaborazione 142b, calcola dati di rilevazione.

15 I dati di rilevazione corrispondono ai suddetti predittori. In termini pratici, i dati di rilevazione e i predittori sono gli stessi parametri, l'unica differenza essendo che tali parametri sono stati etichettati come "predittori" nella prima fase e come "dati di rilevazione" nella seconda fase.

20 I dati di rilevazione sono associati ai riferimenti temporali e alle posizioni geografiche incluse nei secondi segnali di rapporto RS2 utilizzati per calcolare gli stessi dati di rilevazione.

Preferibilmente, i dati di rilevazione possono includere una velocità media di detti secondi dispositivi 220 e/o una varianza della velocità di detti secondi dispositivi 220.

25 I dati di rilevazione vengono elaborati in base ai dati di riferimento, ottenendo in tal modo una previsione di una condizione di traffico nella zona di interesse Z1 per un momento che cade dopo un determinato tempo rispetto ai riferimenti temporali inclusi nei secondi segnali di rapporto RS2.

30 La previsione può essere effettuata dal suddetto strumento di apprendimento automatico 143, installato nella seconda unità di

elaborazione 140b (ed in particolare nel secondo modulo di elaborazione 142b). Dopo essere stato addestrato nella prima fase, tale strumento di apprendimento automatico 143 è ora utilizzato nella seconda fase per effettuare previsioni del traffico.

5 Occorre notare che il riferimento 143 in Figura 3b indica lo strumento di apprendimento automatico, quest'ultimo trovandosi nella fase operativa predittiva (seconda fase).

La seconda unità di elaborazione 140b (ed in particolare il secondo modulo di elaborazione 142b) è configurata per generare successivamente
10 un segnale di dati DS, rappresentativo di detta condizione di traffico prevista.

In una forma di realizzazione, il segnale di dati DS viene inviato ad uno o più schermi installati in un'area associata alla zona di rilevazione Z2.

In aggiunta o in alternativa, il segnale di dati DS viene inviato a
15 dispositivi mobili in un'area associata a detta zona di rilevazione Z2. Tali dispositivi mobili possono comprendere, essere compresi in, o essere completamente distinti da, i secondi dispositivi 220: ciò dipende dalle dimensioni e dalla posizione dell'area associata alla zona di rilevazione Z2 e dal movimento dei secondi dispositivi 220.

20 L'area in cui sono installati gli uno o più schermi e l'area in cui i dispositivi mobili ricevono il segnale di dati DS possono essere la stessa area o aree diverse. Tali aree (che siano diverse o la stessa) sono associate alla zona di rilevazione Z2, nel senso che possono essere in prossimità di, essere parzialmente incluse in, essere interamente incluse in, includere
25 parzialmente o includere interamente la zona di rilevazione Z2. In termini pratici, tali aree sono aree in cui può essere utile e di aiuto fornire alle persone informazioni relative alla previsione del traffico nella zona di interesse Z1. Ad esempio, considerando un caso di traffico veicolare autostradale, la zona di rilevazione Z2 potrà trovarsi a 40 km dalla zona di
30 interesse Z1, e l'area di installazione degli schermi (e in grado di ricevere il

segnale di dati DS) e/o in cui i dispositivi mobili ricevono il segnale di dati DS potrà estendersi lungo tale tratto di 40 km.

In una forma di realizzazione, il segnale di dati DS viene inviato ad un sistema di gestione del traffico associato alla zona di rilevazione Z2 e/o alla zona di interesse Z1. Ad esempio, il sistema di gestione del traffico può essere installato nella zona di interesse Z1. Ad esempio, il sistema di gestione del traffico può essere installato nella zona di rilevazione Z2 e/o in un'area vicina. Da un punto di vista pratico, il sistema di gestione del traffico opera in un'area ritenuta in grado di influenzare il traffico nella zona di interesse Z1.

Ad esempio, il sistema di gestione del traffico può comprendere uno o più semafori (formanti una rete semaforica, in particolare per la regolazione del traffico veicolare) e/o uno o più tornelli (o cancelli), in particolare per la regolazione del traffico pedonale. Preferibilmente, il sistema di gestione del traffico è provvisto di un controllore; il segnale di dati DS può essere inviato a tale controllore, in modo tale che quest'ultimo possa regolare il traffico (per mezzo di detti semafori, tornelli/cancelli e/o altri dispositivi equivalenti) in base alla previsione del traffico inclusa nel segnale di dati DS. In caso di impiego di semafori, il controllore è preferibilmente dotato di appropriati algoritmi che, ad esempio, aumentano il tempo di "verde" o "rosso" dei semafori installati lungo direzioni ritenute utili per ridurre il traffico nella zona di interesse Z1.

In una forma di realizzazione si prevede di determinare una velocità consigliata per dispositivi mobili (che può quindi riflettersi in una velocità consigliata per veicoli) in un'area associata alla zona di rilevazione Z2. Tale velocità consigliata è inclusa nel segnale di dati DS, cosicché essa può essere visualizzata su detti uno o più schermi e/o sui display dei dispositivi mobili.

In caso di veicoli connessi, è previsto che il sistema di controllo del veicolo possa essere configurato per ricevere il segnale di dati DS

comprendente la velocità consigliata, eventualmente visualizzarlo su un display del veicolo, ed eventualmente regolare la velocità del veicolo come suggerito nel segnale di dati DS.

La Richiedente osserva che la velocità consigliata può essere calcolata
5 in modo per sé noto, allo scopo di ridurre il rischio di congestione del traffico nella zona di interesse Z1.

La Richiedente osserva inoltre che possono essere forniti suggerimenti differenti a veicoli che si trovano a distanze diverse dalla zona di interesse Z1, sempre con l'intento di evitare il traffico (previsto) nella
10 stessa zona di interesse Z1.

In una forma di realizzazione, le possibili condizioni di traffico nella zona di interesse Z1 sono rappresentate da due o più etichette. Ottenere una previsione della condizione di traffico può quindi comprendere selezionare un'etichetta tra dette due o più etichette.

15 Come precedentemente accennato, può essere implementata, ad esempio, una soluzione a due etichette ("alto", "basso"); una diversa soluzione potrebbe invece prevedere tre etichette ("scorrevole", "intenso", "congestionato").

Si deve notare che nella descrizione precedente il sistema 1a per
20 generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico e il sistema 1b per prevedere condizioni di traffico sono stati presentati separatamente in quanto, in linea di principio, possono operare in modo reciprocamente indipendente e la prima fase e la seconda fase possono essere realizzate da entità diverse.

25 La Figura 2 mostra una forma di realizzazione preferita in cui le operazioni previste nella prima e nella seconda fase sono eseguite da un'unica unità di elaborazione 140 (in cui collassano la prima e la seconda unità di elaborazione 140a, 140b) e in cui si utilizza un'unica memoria M (in cui collassano la prima e la seconda memoria M1, M2). Più in dettaglio,
30 l'unità di elaborazione 140 comprende un'unità di raccolta dati 141 (che

raccoglie i primi e i secondi segnali di rapporto RS1, RS2) e un modulo di elaborazione 142 (che esegue le operazioni svolte dal primo e dal secondo modulo di elaborazione 142a, 142b; in particolare, il modulo di elaborazione 142 può essere implementato con il suddetto strumento di apprendimento automatico 143).

Nella precedente descrizione si è fatto riferimento ad una sola zona di rilevazione. La Richiedente osserva che l'invenzione è anche applicabile a scenari in cui si considerino due o più zone di rilevazione, in particolare zone diverse da cui il traffico converge in un unico percorso/itinerario verso la zona di interesse.

Alla luce di quanto sopra, la Richiedente osserva che un possibile scenario in cui la presente invenzione può essere realizzata è il seguente:

- un operatore di telecomunicazioni riceve i segnali di rapporto (ad es., come anzidetto, segnali MDT), ossia i primi segnali di rapporto RS1 e i secondi segnali di rapporto RS2;
- una prima entità industriale/commerciale, in base ai primi segnali di rapporto RS1 forniti dall'operatore di telecomunicazione, imposta e configura il modello predittivo (ossia determina i dati di riferimento);
- una seconda entità industriale/commerciale riceve il modello predittivo configurato dalla prima entità industriale/commerciale e, in base ai secondi segnali di rapporto RS2 forniti dall'operatore di telecomunicazioni, utilizzando il modello predittivo configurato, esegue la previsione del traffico (ossia genera il segnale di dati DS).

Esempio #1

In un primo esempio, la Richiedente ha verificato l'implementazione dell'invenzione per traffico pedonale in zone pedonali di una città (ossia zone in cui, con poche eccezioni, non è consentito l'accesso a veicoli a motore).

La zona di interesse è definita come un luogo in cui è spesso presente una folla di turisti; la zona di rilevazione è un'area attraversata da una parte significativa di persone dirette verso la zona di interesse. La distanza tra la zona di interesse e la zona di rilevazione è di circa 2 km.

5 Si è utilizzato il modello predittivo SVM (Support Vector Machine); sono stati definiti due livelli di traffico (con rispettive etichette "alto", "basso").

I segnali MDT sono stati rilevati per alcuni giorni in intervalli temporali diversi.

10 Sono stati testati vari predittori; il numero di persone e la varianza di velocità si sono dimostrati quelli più accurati.

Si sono considerati tempi di previsione pari a 10, 20 e 30 minuti. Alla fine è risultato più appropriato un tempo di previsione di 20 minuti.

Esempio #2

15 In un secondo esempio, la Richiedente ha verificato l'implementazione dell'invenzione per traffico veicolare autostradale.

La zona di interesse è definita come un'area particolare in cui molto spesso, specialmente ad una certa ora di ogni giorno, il traffico è molto congestionato; la zona di rilevazione è un tratto autostradale di 40 km che
20 conduce alla zona di interesse.

Si è utilizzato il modello predittivo KNN (K-Nearest Neighbor), con $k=3$; sono stati definiti tre livelli di traffico (con rispettive etichette "scorrevole", "intenso", "congestionato").

I segnali MDT sono stati rilevati per un paio di settimane, ogni giorno
25 in intervalli temporali diversi.

Sono stati testati vari predittori; la velocità media si è dimostrata quello più accurato.

Si è testato con ottimi risultati un tempo di previsione pari a 15 minuti.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico, comprendente:

determinare una zona di interesse (Z1);

5 determinare una zona di rilevazione (Z2), associata a detta zona di interesse (Z1);

rilevare la presenza di una pluralità di primi dispositivi in detta zona di rilevazione (Z2), detti primi dispositivi essendo terminali utente mobili;

per ognuno di detti primi dispositivi:

10 ricevere nel corso del tempo una pluralità di primi segnali di rapporto (RS1), ogni segnale di rapporto comprendendo: una posizione geografica di detto primo dispositivo, un riferimento temporale associato a detta posizione geografica e almeno uno di un identificativo di utente e un identificativo di sessione;

15 in base a detti primi segnali di rapporto (RS1), determinare una o più caratteristiche di movimento correlate con il movimento di detto primo dispositivo in detta zona di rilevazione (Z2);

20 in base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti primi dispositivi, calcolare uno o più predittori associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche;

ricevere un segnale di traffico (TS), rappresentativo di una condizione di traffico oggettiva in detta zona di interesse (Z1), detta condizione di traffico oggettiva essendosi verificata dopo un determinato tempo rispetto
25 a detti uno o più riferimenti temporali;

determinare dati di riferimento, in base a detti predittori calcolati e a detta condizione di traffico oggettiva, per correlare detti predittori e detta condizione di traffico oggettiva;

memorizzare detti dati di riferimento in una prima memoria (M1).

30

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detti primi segnali di rapporto (RS1) sono segnali Minimization of Drive Test, MDT, o sono generati sulla base di segnali MDT.

5 3. Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui dette una o più caratteristiche di movimento includono una traiettoria lungo la quale si muove ogni primo dispositivo e/o la velocità alla quale ogni primo dispositivo si muove in detta zona di rilevazione (Z2).

10 4. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detti uno o più predittori comprendono una o più di:
una velocità media di detti primi dispositivi;
una varianza della velocità di detti primi dispositivi.

15 5. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la correlazione tra detti uno o più predittori e possibili condizioni di traffico in detta zona di interesse (Z1) è stabilita attraverso uno strumento di apprendimento automatico.

20 6. Metodo per prevedere condizioni di traffico, comprendente:
determinare una zona di interesse (Z1);
determinare una zona di rilevazione (Z2) associata a detta zona di interesse (Z1);

mettere a disposizione, in una memoria, detti dati di riferimento che
25 correlano predittori associati a possibili caratteristiche di movimento di dispositivi mobili in detta zona di rilevazione (Z2) in un primo momento con possibili condizioni di traffico in detta zona di interesse (Z1) in un secondo momento, detto secondo momento cadendo dopo un determinato tempo da detto primo momento;

30 rilevare la presenza di una pluralità di secondi dispositivi in detta zona

di rilevazione (Z2), detti secondi dispositivi essendo terminali utente mobili;
per ognuno di detti secondi dispositivi:

ricevere nel corso del tempo una pluralità di secondi segnali di
rapporto (RS2), ogni secondo segnale di rapporto (RS2)
comprendendo: una posizione geografica di detto secondo
dispositivo, un riferimento temporale associato a detta
posizione geografica e almeno uno di un identificativo di utente
e un identificativo di sessione;

in base a detti secondi segnali di rapporto (RS2), determinare
una o più caratteristiche di movimento correlate con il
movimento di detto secondo dispositivo in detta zona di
rilevazione (Z2);

in base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti secondi
dispositivi, calcolare dati di rilevazione corrispondenti a detti predittori,
associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche;

elaborare detti dati di rilevazione in base a detti dati di riferimento,
ottenendo una previsione di una condizione di traffico in detta zona di
interesse (Z1) per un momento che cade dopo un determinato tempo
rispetto ai riferimenti temporali inclusi in detti secondi segnali di rapporto
(RS2);

generare un segnale di dati (DS) rappresentativo di detta condizione
di traffico prevista.

7. Metodo secondo la rivendicazione 6, in cui detti secondi segnali
di rapporto (RS2) sono segnali Minimization of Drive Test, MDT, o sono
generati sulla base di segnali MDT.

8. Metodo secondo la rivendicazione 6 o 7, in cui dette una o più
caratteristiche di movimento includono una traiettoria lungo la quale si
muove ogni secondo dispositivo e/o la velocità alla quale ogni secondo

dispositivo si muove in detta zona di rilevazione.

5 9. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-8, in cui le possibili condizioni di traffico in detta zona di interesse (Z1) sono rappresentate da due o più etichette, in cui ottenere una previsione della condizione di traffico comprende selezionare un'etichetta tra dette due o più etichette.

10 10. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-9, in cui detti dati di rilevazione comprendono una o più di:
una velocità media di detti secondi dispositivi;
una varianza della velocità di detti secondi dispositivi.

15 11. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-10, in cui detti dati di riferimento sono determinati eseguendo il metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-5.

20 12. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-11, comprendente almeno uno di:
inviare detto segnale di dati (DS) ad uno schermo installato in un'area associata a detta zona di rilevazione (Z2);
inviare detto segnale di dati (DS) a dispositivi mobili in detta zona di rilevazione;
inviare detto segnale di dati (DS) ad un sistema di gestione del traffico
25 associato a detta zona di rilevazione (Z2) e/o a detta zona di interesse (Z1).

30 13. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-12, comprendente:
determinare una velocità consigliata per dispositivi mobili nella zona di rilevazione;

includere detta velocità consigliata in detto segnale di dati (DS).

14. Sistema per generare dati di riferimento per la previsione di condizioni di traffico, comprendente:

- 5 una prima memoria (M1);
 una prima unità di elaborazione, accoppiata a detta prima memoria (M1) e configurata per:
 - determinare una zona di interesse (Z1);
 - determinare una zona di rilevazione (Z2) associata a detta zona di
 - 10 interesse (Z1);
 - rilevare la presenza di una pluralità di primi dispositivi in detta zona di rilevazione (Z2), detti primi dispositivi essendo terminali utente mobili;
 - per ognuno di detti primi dispositivi:
 - 15 ricevere nel corso del tempo una pluralità di primi segnali di rapporto (RS1), ogni primo segnale di rapporto (RS1) comprendendo: una posizione geografica di detto primo dispositivo, un riferimento temporale associato a detta posizione geografica e almeno uno di un identificativo di utente
 - 20 e un identificativo di sessione;
 - in base a detti primi segnali di rapporto (RS1), determinare una o più caratteristiche di movimento correlate con il movimento di detto primo dispositivo in detta zona di rilevazione (Z2);
 - 25 - in base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti primi dispositivi, calcolare uno o più predittori associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche;
 - ricevere un segnale di traffico (TS), rappresentativo di una
 - 30 condizione di traffico oggettiva in detta zona di interesse (Z1), detta condizione di traffico oggettiva verificandosi dopo un

determinato tempo rispetto a detti uno o più riferimenti temporali;

- determinare dati di riferimento, in base a detti uno o più predittori calcolati e a detta condizione di traffico oggettiva, per correlare detti uno o più predittori e detta condizione di traffico oggettiva;
- memorizzare detti dati di riferimento in detta prima memoria (M1).

15. Sistema per prevedere condizioni di traffico, comprendente:

una seconda memoria (M2);

una seconda unità di elaborazione, accoppiata a detta seconda

10 memoria (M2) e configurata per:

- determinare una zona di interesse (Z1);
- determinare una zona di rilevazione (Z2) associata a detta zona di interesse (Z1);

in cui detta seconda memoria (M2) contiene dati di riferimento, detti
15 dati di riferimento correlando predittori associati a possibili
caratteristiche di movimento di dispositivi mobili in detta zona di
rilevazione (Z2) in un primo momento con possibili condizioni di
traffico in detta zona di interesse (Z1) in un secondo momento, detto
secondo momento cadendo dopo un determinato tempo da detto
20 primo momento;

detta seconda unità di elaborazione essendo ulteriormente
configurata per:

- rilevare la presenza di una pluralità di secondi dispositivi in detta
25 zona di rilevazione (Z2), detti secondi dispositivi essendo terminali
utente mobili;
- per ognuno di detti secondi dispositivi:

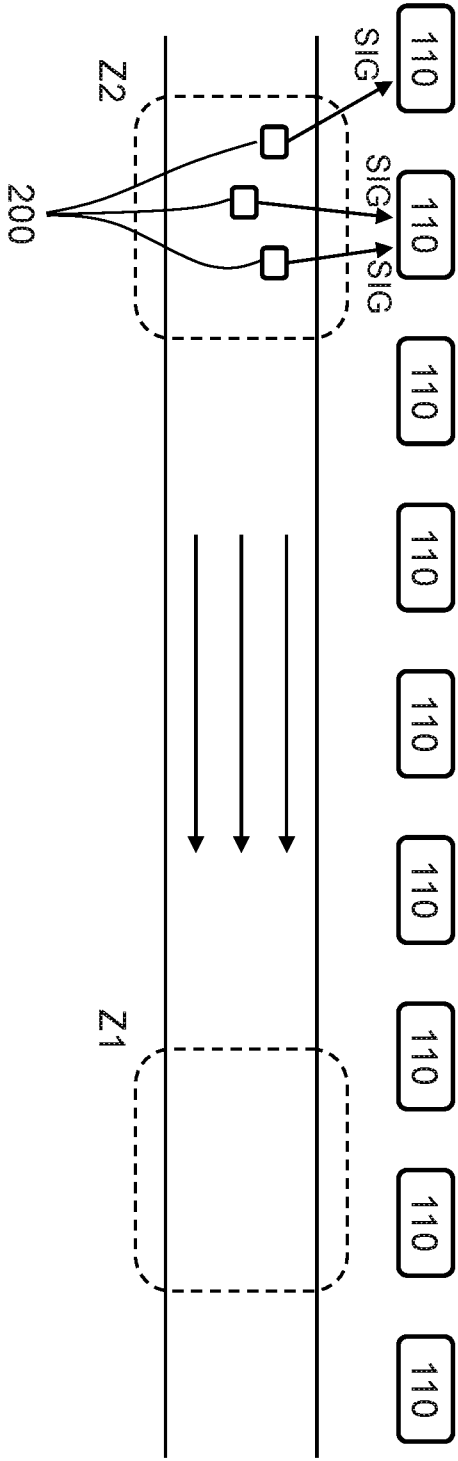
ricevere nel corso del tempo una pluralità di secondi segnali di
rapporto (RS2), ogni secondo segnale di rapporto (RS2)
comprendendo: una posizione geografica di detto secondo
30 dispositivo, un riferimento temporale associato a detta

posizione geografica e almeno uno di un identificativo di utente e un identificativo di sessione;

in base a detti secondi segnali di rapporto (RS2), determinare una o più caratteristiche di movimento correlate con il movimento di detto secondo dispositivo in detta zona di rilevazione (Z2);

- in base a dette una o più caratteristiche di movimento di detti secondi dispositivi, calcolare dati di rilevazione corrispondenti a detti uno o più predittori, associati a detti riferimenti temporali e a dette posizioni geografiche;
- elaborare detti dati di rilevazione in base a detti dati di riferimento, ottenendo una previsione di una condizione di traffico in detta zona di interesse (Z1) per un momento che cade dopo un determinato tempo rispetto ai riferimenti temporali inclusi in detti secondi segnali di rapporto (RS2);
- generare un segnale di dati (DS) rappresentativo di detta condizione di traffico prevista.

FIG. 1



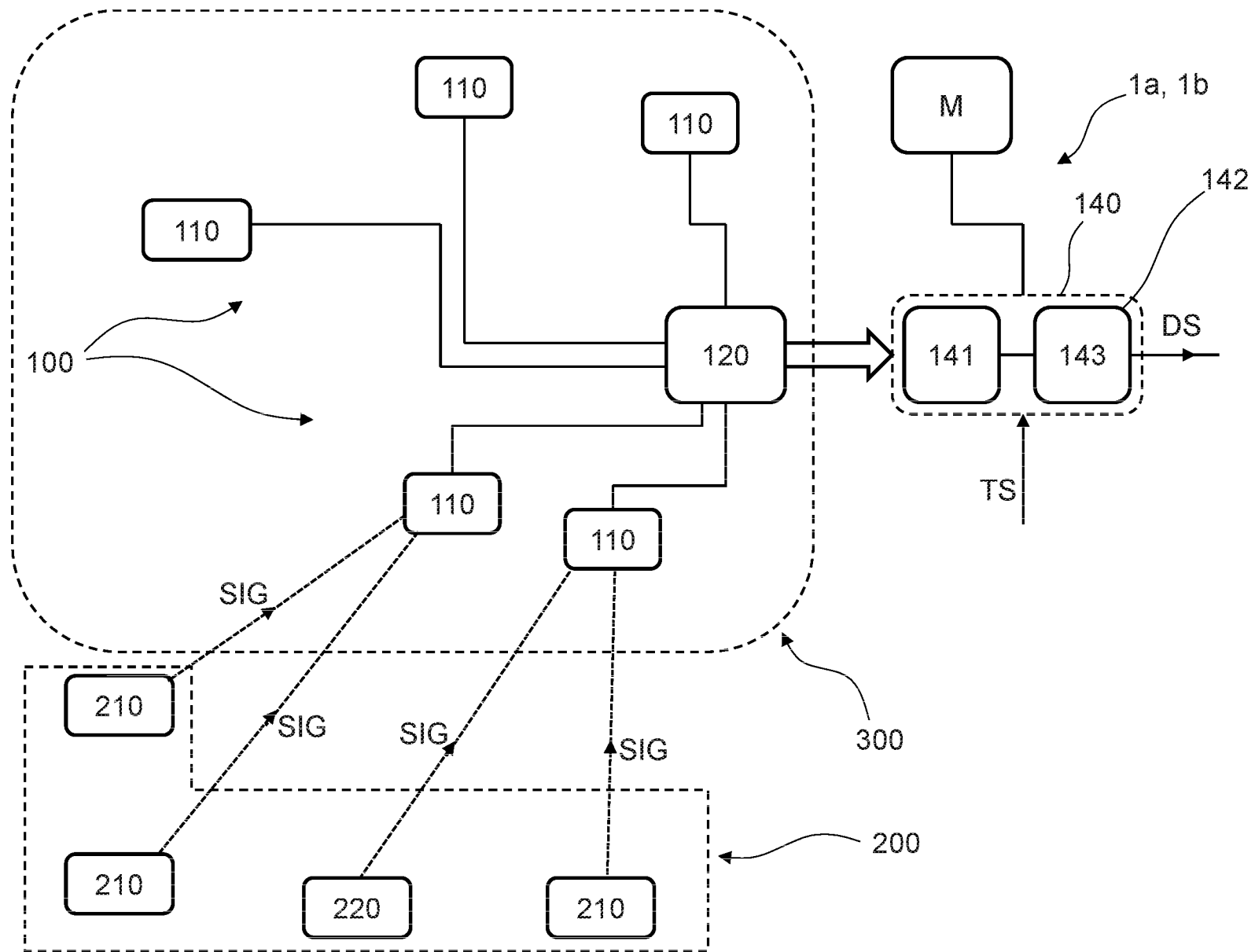


FIG. 2

FIG. 3a

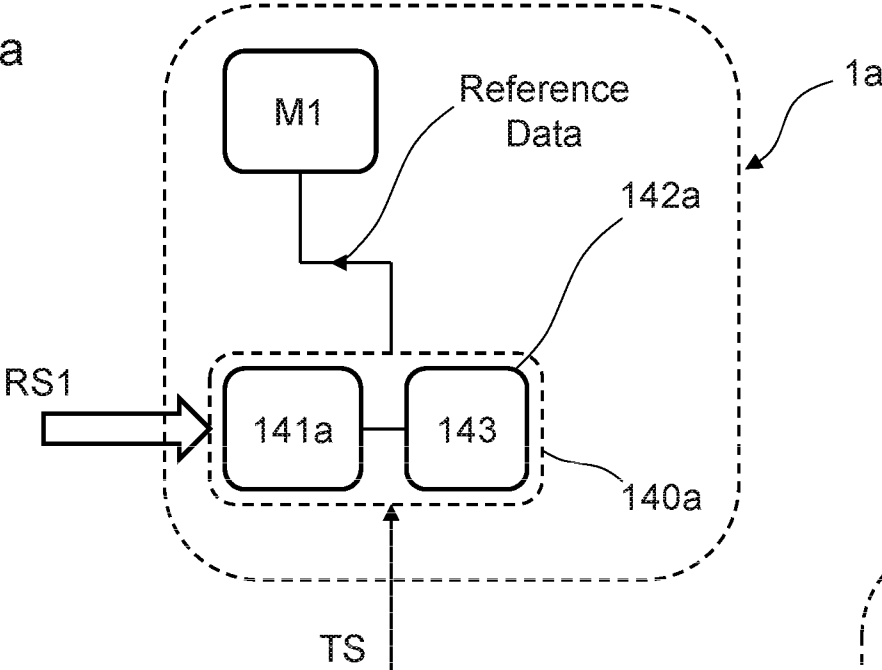
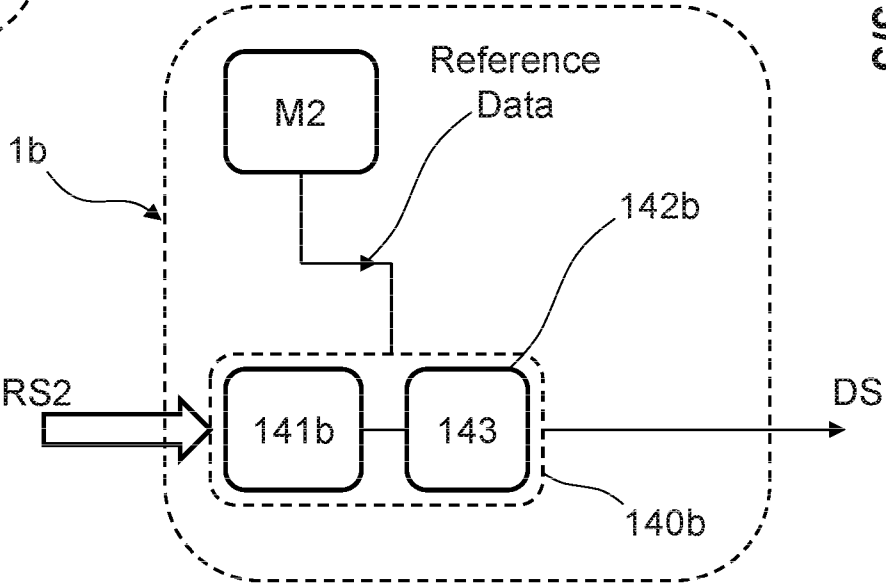
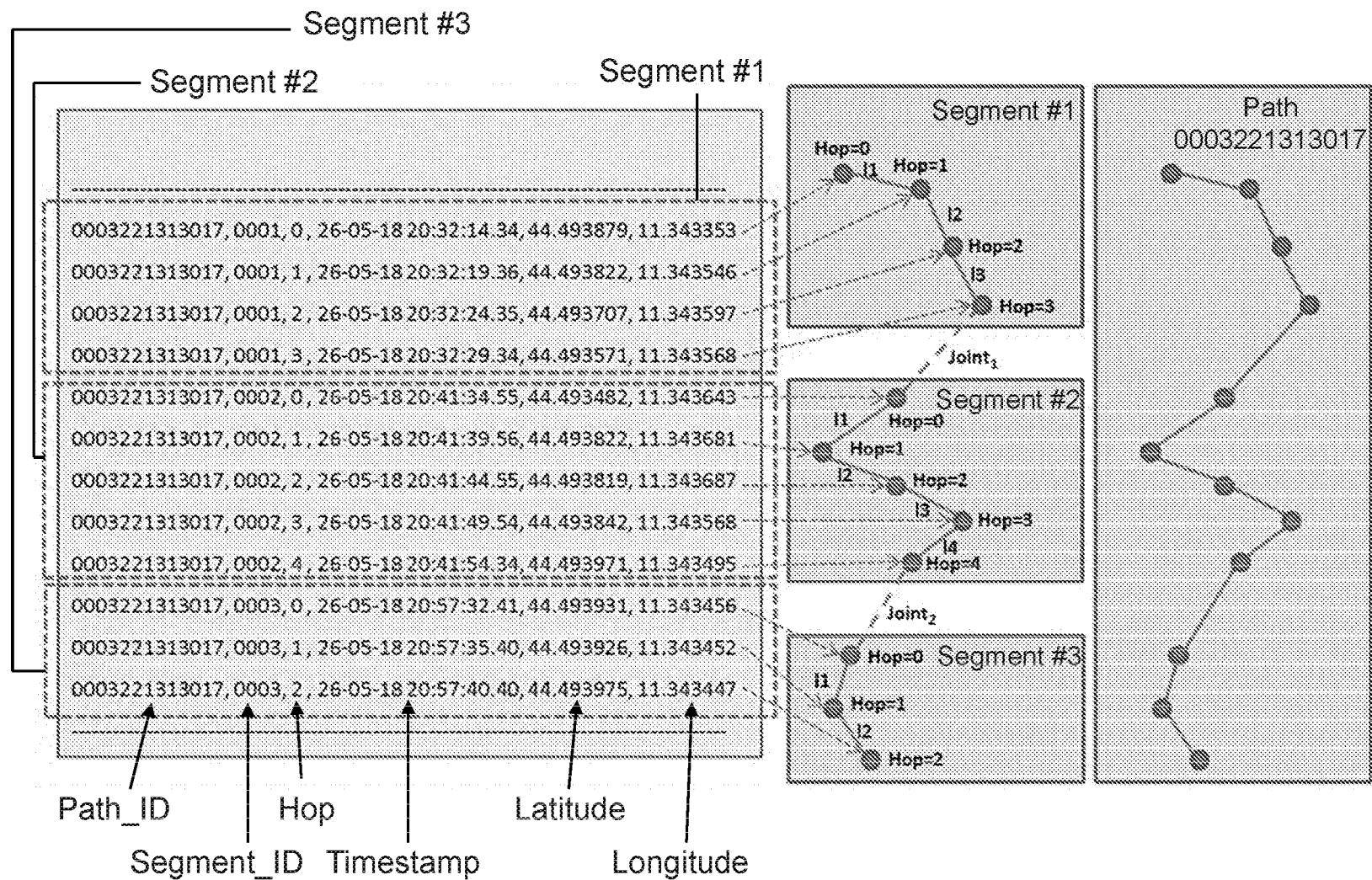


FIG. 3b





4/5

FIG. 4

FIG. 5a

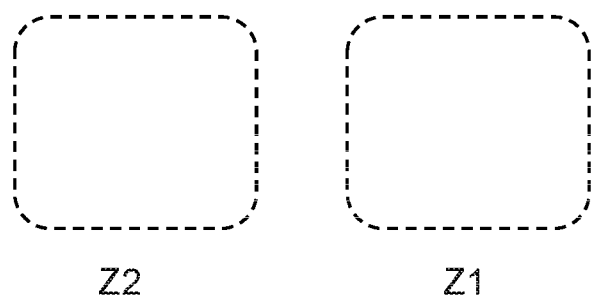


FIG. 5b

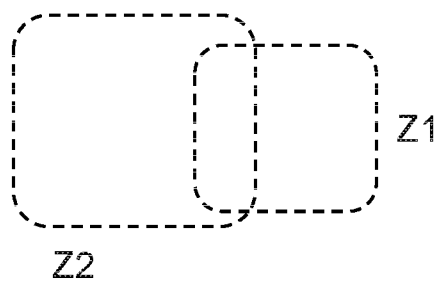


FIG. 5c

