

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. April 2015 (02.04.2015)(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2015/043823 A1(51) Internationale Patentklassifikation:  
*G06F 17/18 (2006.01)*

(74) Anwalt: VOSSIUS &amp; PARTNER; Siebertstraße 4, 81675 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/067352

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. August 2014 (13.08.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
13186464.7 27. September 2013 (27.09.2013) EP

(71) Anmelder: DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, 53113 Bonn (DE). TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN [DE/DE]; Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin (DE).

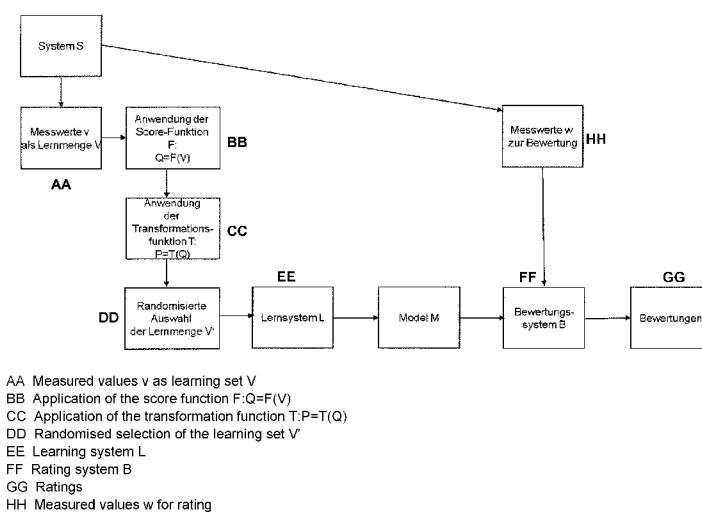
(72) Erfinder: LÖHLEIN, Bernhard; Schulstraße 20, 97837 Erlenbach (DE). ROSHANDEL, Mehran; Buschowerweg 66, 13591 Berlin (DE). KETABDAR, Hamed; Wilhelmshavenerstraße 14, 10551 Berlin (DE). SCHÜSSLER, Martin; Seerosenweg 5, 39291 Möser (DE). SHAHIN, Tajik; Kaiserstraße 6, 12195 Berlin (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR RATING MEASURED VALUES TAKEN FROM A SYSTEM

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND SYSTEM ZUM BEWERTEN VON ERHOBENEN MESSWERTEN EINES SYSTEMS



(57) Abstract: The invention relates to a method for rating measured values taken from a system (S) that may be in an error-free or erroneous state, wherein the system (S) has at least one communication network, a network component of a communication system and/or a service of a communication network, having the following steps, preferably in the following order: formation of a set (V) of unmarked measured values (v) from the system (S); formation of a modified learning set (V') containing measured values (v') for a learning system (L) by removal and/or weighting of measured values from the set (V) using a random-based method; formation of a model (M) for the rating of measured values from the system (S) by the learning system (L) from the modified learning set (V'); and rating of measured values from the system (S) by a rating system (B) using the model (M). Furthermore, the invention relates to a system for rating measured values taken from a system (S) that may be in an error-free or erroneous state, wherein the system (S) has at least one communication network, a network component of a communication system and/or a service of a communication network, having: a device for forming a set (V) of unmarked measured values (v) from the system (S); a device for forming a modified learning set (V') containing measured values (v') for a learning system (L) by removal and/or

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

---

weighting of measured values from the set (V) using a random-based method; learning system (L) suited to forming a model (M) for the rating of measured values from the system (S) from the modified learning set (V'); and rating system (B) suited to rating measured values from the system (S) using the model (M).

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System (S), das sich in einem fehlerfreien oder fehlerbehafteten Zustand befinden kann, wobei das System (S) mindestens ein Kommunikationsnetzwerk, eine Netzwerkkomponente eines Kommunikationssystems und/oder einen Dienst eines Kommunikationsnetzwerks aufweist, mit den folgenden Schritten, bevorzugt in folgender Reihenfolge: Bilden einer Menge (V) unmarkierter Messwerte (v) des Systems (S); Bilden einer modifizierten Lernmenge (V') mit Messwerten (v') für ein Lernsystem (L) durch Entfernen und/oder Gewichten von Messwerten aus der Menge (V) unter Verwendung einer zufallsbasierten Methode; Bilden eines Modells (M) zur Bewertung von Messwerten des Systems (S) durch das Lernsystem (L) aus der modifizierten Lernmenge (V'); und Bewerten von Messwerten des Systems (S) durch ein Bewertungssystem (B) unter Verwendung des Modells (M). Des Weiteren betrifft die Erfindung ein System zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System (S), das sich in einem fehlerfreien oder fehlerbehafteten Zustand befinden kann, wobei das System (S) mindestens ein Kommunikationsnetzwerk, eine Netzwerkkomponente eines Kommunikationssystems und/oder einen Dienst eines Kommunikationsnetzwerks aufweist, mit: einer Einrichtung zum Bilden einer Menge (V) unmarkierter Messwerte (v) des Systems (S); einer Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge (V') mit Messwerten (v') für ein Lernsystem (L) durch Entfernen und/oder Gewichten von Messwerten aus der Menge (V) unter Verwendung einer zufallsbasierten Methode; Lernsystem (L) geeignet zum Bilden eines Modells (M) zur Bewertung von Messwerten des Systems (S) aus der modifizierten Lernmenge (V'); und Bewertungssystem (B) geeignet zum Bewerten von Messwerten des Systems (S) unter Verwendung des Modells (M).

**Verfahren und System zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System S, das sich in einem fehlerfreien oder fehlerbehafteten Zustand befinden kann. Das System weist dabei mindestens ein Kommunikationsnetzwerk, eine Netzwerkkomponente eines Kommunikationssystems und/oder einen Dienst eines  
10 Kommunikationsnetzwerks auf.

Im Bereich des Erkennens anomaler bzw. nicht normaler Messwerte, sogenannter Ausreißer, weist der Stand der Technik verschiedene Verfahren zum Auffinden von anomalen bzw. nicht normalen Messwerten auf. Das Auffinden von nicht normalen Messwerten wird dabei  
15 als „Outlier Detection“ bzw. als Ausreißererkennung oder auch als „Anomaly Detection“ bezeichnet.

So wird beispielsweise in [1] die Anwendung der Ausreißererkennung als einer der Hauptschritte in dem Bereich des Data Minings beschrieben. Dabei wird in [1] besondere  
20 Aufmerksamkeit der Robustheit der verwendeten Schätzung gelegt und es werden verschiedene Möglichkeiten der Ausreißererkennung basierend auf Distanzmessungen, Clusterverfahren sowie räumlichen Verfahren dargestellt.

In [2] wird die Bedeutung der Ausreißererkennung als ein wichtiges Problem für  
25 verschiedene Anwendungsbereiche sowie Wissenschaftsdisziplinen erörtert.

Die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zum Thema Ausreißererkennung unterscheiden sich zunächst in den zugrundeliegenden Annahmen und Voraussetzungen. Einige Verfahren benötigen zur Ausreißererkennung die zugrundeliegenden Verteilungen  
30 und deren Parameter, mit denen ein System S die Messwerte erzeugt. Weiterhin gibt es Verfahren, die durch einen „Local Outlier Probability Algorithm“ (LoOP, [3]) einen Wahrscheinlichkeitswert in Zusammenhang mit einem „Local Outlier Factor Algorithm“ (LOF, [4]) bzw. verwandten Algorithmen berechnen.

Desweiteren ist aus [5] ein Verfahren bekannt, um aus Scorewerten als Ausgabe einer beliebigen Scorefunktion zur Ausreißererkennung eine Transformation zu Wahrscheinlichkeitswerten, d.h. Werten in einem Intervall von [0, 1], zu erhalten. Dieser

5 Wahrscheinlichkeitswert gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass ein Messwert aus einer Menge V bezüglich der zugrundeliegenden Messwertmenge ein Ausreißer ist. Die Wahrscheinlichkeiten werden dazu genutzt, um eine Liste mit sehr wahrscheinlichen Ausreißern zu erstellen.

10 Die Veröffentlichung [6] betrifft ein System und ein Verfahren zur Datenfilterung, um funktionale und Trendlinie Ausreißer Bias zu reduzieren.

Bei herkömmlichen Verfahren zum Erkennen von Ausreißern werden gewöhnlicherweise Schwellwerte bzw. Grenzwerte eingesetzt. So kann bestimmt werden, dass oberhalb bzw.

15 unterhalb eines solchen Schwellwertes bzw. Grenzwertes ein Messwert als Ausreißer bzw. als normaler Messwert angesehen werden kann.

Nachteilig bei der Verwendung von Schwellwerten ist, dass solche Schwellwerte meist mit aufwändigen Versuchen und Evaluationen ermittelt werden müssen. Auch werden

20 Messwerte aus der Menge V, die sehr große Abweichungen gegenüber der Mehrheit der Messwerte haben, aber zu einem normalen Systemzustand von S gehören, durch die Verwendung eines Schwellwertes herausgefiltert, ohne dass diese gemäß einer zugeordneten Wahrscheinlichkeit in eine Lernmenge zur Bestimmung des Zustands eines Systems mit aufgenommen werden könnten.

25

### Referenzen

[1] Irad Ben-Gal. "Outlier detection", in: Maimon O. and Rockach L. (Eds.), "Data Mining and Knowledge Discovery Handbook: A Complete Guide for Practitioners and Researchers" Kluwer Academic Publishers, 2005.

30

[2] Varun Chandola, Arindam Banerjee, Vipin Kumar. "Outlier Detection: A Survey", 2007, (<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.108.8502>)

[3] Hans-Peter Kriegel, P. Kröger, E. Schubert, A. Zimek. „LoOP: Local Outlier

Probabilities”, in Proceedings of 18th ACM Conference on Information and Knowledge Management(CIKM),2009(<http://www.dbs.ifi.lmu.de/Publikationen/Papers/LoOP1649.pdf>).

[4] M. M. Breunig, Hans-Peter Kriegel, R.T. Ng, J. Sander. “LOF: Identifying Density-based Local Outliers”, in ACM SIGMOD Record. Nr. 29, 2000, (<http://www.dbs.ifi.lmu.de/Publikationen/Papers/LOF.pdf>)

[5] Hans-Peter Kriegel, Peer Kröger, Erich Schubert, Arthur Zimek. „Interpreting and Unifying Outlier Scores”, in Proceedings of 11th SIAM International Conference on Data Mining. 2011, (<http://siam.omnibooksonline.com/2011datamining/data/papers/018.pdf>).

[6] US 2013/046727 A1

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein System zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System S, das sich in einem fehlerfreien/normalen oder fehlerbehafteten/nicht normalen Zustand befinden kann, bereitzustellen.

20 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche betreffen erfindungsgemäße, bevorzugte Ausführungsformen.

25 Die Erfindung geht dabei von dem Grundgedanken aus, dass ein vorzugsweise maschinelles oder statistisches Lernsystem L aus unmarkierten Messwerten V eines zu überwachenden Systems S automatisiert Messwerte bewerten kann. Die nicht normalen Messwerte können ein Indiz darstellen, dass sich das System S in einem fehlerhaften Zustand befindet. Unmarkiert bedeutet, dass zum Messwert keine Information vorliegt, in welchem Zustand - fehlerfrei/fehlerbehaftet - sich das System S befunden hat zum Zeitpunkt der Messwerterhebung.

30 Es wird ein randomisiertes/zufallsbasiertes Verfahren bereitgestellt, welches vor der Anwendung eines Lernsystems aus einer Lernmenge V von Messwerten diejenigen entfernt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem fehlerbehafteten Zustand eines Systems S stammen. Es wird dadurch verhindert, dass solche Messwerte den Lernprozess des Lernsystems L negativ beeinflussen, insofern, dass das gelernte Modell M bei der

Bewertung zukünftiger, neuer Messwerte W einen fehlerbehafteten Zustand des Systems S fehlerhaft als normal bewerten würde. Auf der anderen Seite wird der Beobachtung Rechnung getragen, dass solche Werte gerade wertvoll für den Lernprozess eines Lernsystems sind und nach Möglichkeit nicht (gänzlich) entfernt werden sollten. Die

5 Erfindung berücksichtigt dabei, dass Messwerte in V vorliegen können, die zwar im Vergleich zu den anderen Messwerten in V einen außergewöhnlichen Wert einnehmen, jedoch nicht in einem fehlerbehafteten Zustand von dem System S ermittelt wurden und daher als normal anzusehen sind.

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System S, das sich in einem fehlerfreien/normalen oder fehlerbehafteten/nicht-normalen Zustand befinden kann, wobei das System S mindestens ein Kommunikationsnetzwerk, eine Netzwerkkomponente eines Kommunikationssystems und/oder einen Dienst eines Kommunikationsnetzwerks aufweist, mit den folgenden Schritten, bevorzugt in folgender

15 Reihenfolge: a) Bilden einer Menge V unmarkierter Messwerte v des Systems S; b) Bilden einer modifizierten Lernmenge V' mit Messwerten v' für ein Lernsystem L durch Entfernen und/oder Gewichten von Messwerten aus der Menge V unter Verwendung einer zufallsbasierten Methode; c) Bilden eines Modells M zur Bewertung von Messwerten des Systems S durch das Lernsystem L aus der modifizierten Lernmenge V'; und d) Bewerten

20 von Messwerten des Systems S durch ein Bewertungssystem B unter Verwendung des Modells M.

Das System S kann ein System mit zwei Systemzuständen – fehlerfrei/normal und fehlerbehaftet/nicht normal – sein. Das Verfahren lässt sich aber auch auf andere Systeme S anwenden, die andere Systemzustände, beispielsweise mehrere Systemzustände, haben.

Über die unmarkierten Messwerte v des Systems S müssen erfindungsgemäß nicht notwendigerweise vertrauenswürdige Informationen vorliegen, ob der jeweilige Messwert zu einem Zeitpunkt gemessen wurde, als sich das System S in einem fehlerbehafteten Zustand oder fehlerfreien Zustand befunden hat. Die Messwerte werden dabei an dem Messsystem S erhoben und können Indikatoren über den Systemzustand darstellen. Für den Fall, dass verschiedene Typen von Messwerten vorliegen, können dem entsprechenden Messwert auch Angaben über den Typ des Messwertes zugeordnet werden. Für den Fall, dass es sich bei den Messwerten um Zeitreihen handelt, können der Menge V zusätzlich

Angaben über den Zeitpunkt der Messung für die einzelnen Messwerte v zugeordnet werden.

Gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform weist der Schritt b) folgende Schritte,

- 5 bevorzugt in folgender Reihenfolge, auf:
  - b1) Bilden einer Scorewertmenge Q mit Scorewerten q aus der Menge V durch mindestens eine Scorefunktion  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v)=q$ ;
  - b2) Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p aus der Scorewertmenge Q durch mindestens eine Transformationsfunktion  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ ;
  - b3) Bilden der modifizierten Lernmenge  $V'$  von Messwerten, wobei die Messwerte  $v \in V$  mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von  $1-p$ , mit  $p=T(F(v))$  in die modifizierte Lernmenge  $V'$  aufgenommen werden und/oder wobei die Messwerte  $v \in V$  eine entsprechende Gewichtung durch mindestens eine Gewichtungsfunktion G erhalten.

Die Scorefunktion F kann zu jedem einzelnen Messwert der Menge V oder einer

- 15 Untermenge von Messwerten – beispielsweise im Fall von Messwerten zu verschiedenen Typen von Messwerten zu einem Zeitpunkt oder einer gewissen Instanz – aus der Lernmenge V einen Scorewert bilden. Dabei kann der Scorewert ohne Beschränkung der Allgemeinheit eine reelle Zahl sein. Ein niedriger Scorewert kann beispielsweise mit einem fehlerfreien Messwert und ein hoher Scorewert mit einem fehlerbehafteten Messwert assoziiert werden.

Die Transformationsfunktion T kann zu einem Scorewert, beispielsweise einer reellen Zahl, einen Wahrscheinlichkeitswert, beispielsweise eine reelle Zahl im Intervall von  $[0, 1]$  zuordnen. So kann beispielsweise ein Messwert v mit  $T(v) = 0$  mit einer Wahrscheinlichkeit

- 25 0 nicht aus der Menge V entfernt werden, d.h. sicher in eine modifizierte Lernmenge  $V'$  übertragen werden bzw. verbleiben. Ein Messwert v hingegen mit  $T(v) = 1$  kann beispielsweise mit einer Wahrscheinlichkeit 1 aus der Menge V entfernt werden, also nicht in eine Lernmenge  $V'$  übertragen werden bzw. verbleiben.

- 30 Die Gewichtsfunktion G kann für jede Wahrscheinlichkeit p, die durch T bestimmt ist, eines Messwertes v ein Gewicht berechnen. Das Gewicht des zugehörigen Messwertes v kann dabei einen Wert repräsentieren, mit dem der Messwert v im Lernprozess/bei der Aufnahme in  $V'$  gewichtet werden soll. So können Messwerte mit einem hohen Gewicht einen

größeren Einfluss auf das Modell M haben. Die Gewichtsfunktion kann dabei durch  $G(p) = 1-p$  definiert sein.

Die Funktionen F, T und G können sowohl für einzelne Messwerte v als auch für eine

5 Menge von Messwerten V definiert sein.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform weist das Verfahren ferner den Schritt auf: Bestimmen, ob sich das System S in einem fehlerfreien oder einem fehlerbehafteten Zustand befindet.

10

Auch kann für eine andere Menge W unmarkierter Messwerte w des Systems S, beispielsweise zu einem späteren Zeitpunkt, bestimmt werden, ob sich das System S zu dem jeweiligen Zeitpunkt in einem fehlerfreien oder einem fehlerbehafteten Zustand befindet. Diese Bestimmung kann durch das angelernte Modell M bzw. das Bewertungssystem B  
15 erfolgen.

20

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann die Scorefunktion F ein eigenständiges, vorzugsweise maschinelles, Lernsystems L' und Bewertungssystem B' mit Ausgabe eines Scorewertes darstellen. Auch kann die Scorefunktion F unter Berücksichtigung der k-nächsten Nachbarn und/oder des Interquantil-Bereichsfaktors und/oder des lokalen Ausreißerfaktors gebildet sein. Ferner kann die Scorefunktion F für jeden Messwert v der Menge V den Abstand zum nächstgelegenen Nachbarn, d.h. den minimalen Abstand  $d(v)$  des Messwertes v bilden und durch den mittleren Abstand m aller Messwerte v aus V teilen, so dass gilt  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = d(v)/m = q$ . Auch kann die  
25 Transformationsfunktion T eine stetig wachsende Funktion, vorzugsweise mit  $0 \leq T(x) \leq 1$  für alle  $x \in \mathbb{R}$ , besonders bevorzugt eine Normalverteilung, eine Weibull-Verteilung, eine Beta-Verteilung, oder eine stetige Gleichverteilung sein. Die Gewichtungsfunktion G kann definiert sein als  $G(p) = 1-p = 1-T(F(v))$ .

30

Die stetig wachsende Funktion der Transformationsfunktion T kann vorzugsweise die Eigenschaft  $0 \leq T(x) \leq 1$  für alle  $x \in \mathbb{R}$  mit  $T(-\infty) \geq 0$  und  $T(+\infty) \leq 1$  aufweisen.

Auch können sich für die Scorefunktion F Algorithmen verwenden lassen, die ohne die Kenntnis der zugrunde liegenden Verteilung der Messwerte arbeiten können. Die

Scorefunktion F kann auch einen Local Outlier Factor Algorithmus oder einen Local Outlier Probability Algorithmus aufweisen.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform können die Schritte b1) bis b3)

5 mehrmals hintereinander iterativ ausgeführt werden.

Durch das mehrmals hintereinander iterative Ausführen der Schritte b1) bis b3) können die

Scorefunktion F, die Transformationsfunktion T und das zufällige Entfernen von

Messwerten aus V bzw. das Gewichten von Messwerten aus V mehrfach hintereinander

10 angewendet werden.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann die Menge V in Schritt a)

in Teilmengen  $V_1, \dots, V_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  partitioniert werden und in Schritt b) können

modifizierte Teillernmengen  $V'_1, \dots, V'_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  gebildet werden und die Lernmenge

15  $V'$  kann aus den modifizierten Teillernmengen  $V'_1, \dots, V'_N$  zusammengefügt werden.

Dementsprechend können auch in b1) aus den Teilmengen  $V_1, \dots, V_N$  entsprechende

Scorewertmengen  $Q_1, \dots, Q_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  durch mindestens eine Scorefunktion F gebildet

werden. Des Weiteren können in b2) aus den entsprechenden Scorewertmengen  $Q_1, \dots, Q_N$

20 durch mindestens eine Transformationsfunktion T entsprechende Wahrscheinlichkeitsmengen  $P_1, \dots, P_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  gebildet werden.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann in Schritt b) beim

Entfernen und/oder Gewichten von Messwerten v aus der Menge V auch mindestens ein

25 nächster Nachbar des Messwertes v entfernt werden. Das Entfernen der nächsten Nachbarn

des Messwertes v kann nach wertmäßigen und/oder zeitlichen Kriterien durchgeführt

werden. So kann beispielsweise ein nächster Nachbar entfernt werden, der einen

vergleichbaren Wert hat, wie der Messwert v oder dem Wert des Messwerts v sehr nahe

kommt. Auch kann beispielsweise der nächste Nachbar danach ausgewählt werden, dass er

30 sich in zeitlicher Nähe zum Messwert befindet. So kann der nächste Nachbar beispielsweise

gleichzeitig oder innerhalb eines Zeitlimits vor oder nach dem eigentlich zu entfernenden

Messwert erhoben worden sein.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform können die Messwerte aus der Gruppe ausgewählt sein, die umfasst: Auslastung einer Berechnungseinheit, benutzter und freier Speicherplatz, Auslastung und Zustand von Eingabe- und Ausgabekanälen, Anzahl fehlerfreier oder fehlerbehafteter Pakete, Länge von Übertragungswarteschlangen,

5 fehlerfreie oder fehlerbehaftete Dienstanfragen, Bearbeitungszeit einer Dienstanfrage.

Die Erfinlung betrifft auch ein System zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System S, das sich in einem fehlerfreien oder fehlerbehafteten Zustand befinden kann, wobei das System S mindestens ein Kommunikationsnetzwerk, eine Netzwerkkomponente

10 eines Kommunikationssystems und/oder einen Dienst eines Kommunikationsnetzwerks aufweist, mit: einer Einrichtung zum Bilden einer Menge V unmarkierter Messwerte v des Systems S; einer Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge V' mit Messwerten v' für ein Lernsystem L durch Entfernen und/oder Gewichten von Messwerten aus der Menge V unter Verwendung einer zufallsbasierten Methode; Lernsystem L geeignet zum  
15 Bilden eines Modells M zur Bewertung von Messwerten des Systems S aus der modifizierten Lernmenge V'; und Bewertungssystem B geeignet zum Bewerten von Messwerten des Systems S unter Verwendung des Modells M.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann die Einrichtung zum

20 Bilden einer modifizierten Lernmenge V' aufweisen: Einrichtung zum Bilden einer Scorewertmenge Q mit Scorewerten q aus der Menge V durch mindestens eine Scorefunktion F:  $V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ; Einrichtung zum Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p aus der Scorewertmenge Q durch mindestens eine Transformationsfunktion T:  $Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ .

25

Die Einrichtung zum Bilden der modifizierten Lernmenge V' kann geeignet sein, die modifizierte Lernmenge V' von Messwerten durch Aufnahme der Messwerte  $v \in V$  mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von  $1-p$ , mit  $p=T(F(v))$  in die modifizierte Lernmenge V' zu bilden. Auch kann die Einrichtung zum Bilden der modifizierten Lernmenge V' geeignet sein, die modifizierte Lernmenge V' von Messwerten durch Gewichtung der Messwerte  $v \in V$  durch mindestens eine Gewichtungsfunktion G zu bilden.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann das System zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System S ferner eine Einrichtung aufweisen zum

Bestimmen, ob sich das System S in einem fehlerfreien oder einem fehlerbehafteten Zustand befindet.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann die Einrichtung zum

- 5 Bilden einer Scorewertmenge Q geeignet sein, die Scorewertmenge Q mehrmals zu bilden. Auch kann die Einrichtung zum Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P geeignet sein, die Wahrscheinlichkeitsmenge mehrmals zu bilden. Ferner kann die Einrichtung zum Bilden der modifizierten Lernmenge V' geeignet sein, die modifizierte Lernmenge V' mehrmals zu bilden.

10

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann die Einrichtung zum

Bilden einer Menge V unmarkierter Messwerte v des Systems S geeignet sein, die Menge V in Teilmengen V\_1,..., V\_N mit  $N \in \mathbb{N}$  zu partitionieren. Auch kann die Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge V' geeignet sein, modifizierte Teillernmengen

- 15 V\_1',...,V\_N' mit  $N \in \mathbb{N}$  zu bilden und die Lernmenge V' aus den modifizierten Teillernmengen V\_1',...,V\_N' zusammenzufügen.

Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform kann die Einrichtung zum

Bilden einer modifizierten Lernmenge V' geeignet sein, beim Entfernen und/oder

- 20 Gewichten von Messwerten v aus der Menge V auch mindestens einen nächsten Nachbarn des Messwertes v zu entfernen.

Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum Bewerten von erhobenen Messwerten

eines Systems S bereit, welches ohne die Anwendung von Schwellwerten auskommt und

- 25 stattdessen ein randomisiertes/zufallsbasiertes Verfahren verwendet. Durch die Verwendung eines randomisierten/zufallsbasierten Verfahrens muss durch den Anwender kein Schwellwert mit aufwendigen Versuchen und Evaluationen ermittelt werden und auch Messwerte aus der Menge V, die sehr große Abweichungen gegenüber der Mehrheit der

Messwerte haben, aber zu einem normalen Systemzustand von S gehören, haben eine

- 30 Chance – gemäß der zugeordneten Wahrscheinlichkeit – in die Lernmenge von Messwerten aufgenommen zu werden. Bei Verfahren mit Schwellwerten ist dieses Ziel nur schwer bzw. gar nicht erreichbar. Das erfindungsgemäße Verfahren benötigt keine Kenntnisse über die zugrundeliegenden Verteilungen der Messwerte; falls diese Kenntnis dennoch vollständig bzw. teilweise vorliegt, kann dies bei der Auswahl der Scorefunktion(en) F und

Transformationsfunktion(en) T herangezogen werden. Im Gegensatz zu Verfahren des Standes der Technik werden in der vorliegenden Erfindung durch das randomisierte Verfahren mit der Funktion T berechnete Wahrscheinlichkeiten dazu genutzt, um eine Lernmenge randomisiert zu bilden; dabei kann nicht nur die aktuelle Lernmenge V von

- 5 Bedeutung sein, sondern das mögliche Verhalten der Messwerte des Systems S darüber hinaus. Die berechneten Wahrscheinlichkeitswerte werden nicht (nur) dazu genutzt, um eine Liste mit Ausreißern zu erstellen, sondern werden in einem randomisierten Verfahren genutzt, um eine reduzierte Lernmenge V' aus der ursprünglichen Lernmenge V zu bestimmen.

10

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Beispielen und Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- 15 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems nach einem herkömmlichen Verfahren des Standes der Technik,

- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform eines Verfahrens zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems gemäß der  
20 vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform eines Systems zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems S gemäß der vorliegenden Erfindung, und

25

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer als Transferfunktion genutzten Weibull-Verteilung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems gemäß der vorliegenden Erfindung.

- 30 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines herkömmlichen Verfahrens zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems S gemäß des Standes der Technik.

An einem System S, beispielsweise einem Netzwerk, wird eine Menge V von Messwerten v erhoben. Diese Menge V soll als Lernmenge für ein Lernsystem L dienen. Die Messwerte v

der Menge V sind unmarkiert, d.h. es kann keine Aussage darüber getroffen werden, dass die Messwerte v fehlerhaft sind oder nicht, d.h. ob sich das System S bei Erhebung der Messwerte in einem fehlerhaften Zustand befindet oder nicht.

- 5     Das Lernsystem L bewertet mit Hilfe eines festgelegten Schwellwertes die Messwertmenge V bzw. die Messwerte v. In dem vorliegenden Fall werden Messwerte v, die unterhalb des Schwellwertes liegen, aus der Lernmenge entfernt und nicht weiter berücksichtigt. Die so ermittelte Lernmenge V', die nur die Messwerte v oberhalb des Schwellwertes aufweist, wird von dem Lernsystem L verwendet, um ein Modell M zu bilden. Das Modell M stellt
- 10    dabei eine Repräsentation des fehlerfreien Systems S bezüglich der angelernten Messwerte dar. Mit dem Modell M soll nun für zukünftige, neue Messwerte w eine Aussage getroffen werden, ob sich das System S bezüglich der neuen Messwerte w in einem fehlerhaften oder fehlerbehafteten Zustand befindet.
- 15    Dazu wird unter Verwendung des Modells M ein Bewertungssystem B gebildet. Anschließend werden die zu evaluierenden Messwerte w der neuen Messwertmenge W dem Bewertungssystem B zugeführt. Anschließend führt das Bewertungssystem B die Bewertung der Messwerte w der Messwertmenge W unter Berücksichtigung des gebildeten Modells M aus und trifft eine Aussage, ob die Messwerte w fehlerbehaftet sind oder nicht und somit, ob
- 20    sich das System S in einem fehlerbehafteten Zustand befindet oder nicht.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform eines Verfahrens zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems S gemäß der vorliegenden Erfindung. In dieser bevorzugten Ausführungsform werden wieder an einem System S Messwerte v erhoben und zu einer Messwertmenge V, die als Lernmenge gedacht ist, zusammengeführt. Auf die Messwerte v wird nun eine Scorefunktion F angewendet und somit eine Scorewertmenge Q mit Scorewerten q gebildet. Anschließend wird auf diese Scorewertmenge Q eine Transformationsfunktion T angewendet und somit eine Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p gebildet. Durch eine randomisierte Auswahl wird anschließend die modifizierte Lernmenge V' von Messwerten gebildet. Dabei werden die Messwerte v mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von 1-p in die modifizierte Lernmenge V' aufgenommen. Die Messwerte v können auch (bzw. nur) eine entsprechende Gewichtung durch eine geeignete Gewichtungsfunktion G erhalten und dementsprechend werden alle Messwerte v  $\in$  V mit entsprechenden Gewichtungen in die

modifizierten Lernmenge  $V'$  aufgenommen.

Anschließend bildet das Lernsystem L unter Verwendung der Lernmenge  $V'$  ein geeignetes Modell M, wobei das Modell M wiederum eine Repräsentation des fehlerfreien Systems S darstellt.

Unter Verwendung des Modells M wird anschließend ein Bewertungssystem B gebildet. Dem Bewertungssystem B werden neu erhobene Messwerte  $w \in W$  des Systems bereitgestellt und das Bewertungssystem bewertet, ob die neuen Messwerte  $w \in W$  fehlerhaft oder normal sind und sich dementsprechende das System S in einem fehlerhaften oder einem normalen Zustand befindet.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform eines Systems zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems S gemäß der vorliegenden Erfindung. Das System 100 zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems S weist eine Einrichtung 110 zum Bilden einer Menge V unmarkierter Messwerte v des Systems S auf, eine Einrichtung 120 zum Bilden einer modifizierten Lernmenge  $V'$ , ein Lernsystem L 130, ein Bewertungssystem B 140 sowie eine Einrichtung 150 zum Bestimmen, ob sich das System S in einem fehlerhaften oder einem fehlerbehafteten Zustand befindet.

Die Einrichtung 110 empfängt vom System S erhobene Messwerte v und bildet aus diesen erhobenen Messwerten eine Menge V unmarkierter Messwerte v. Anschließend wird in der Einrichtung 120 eine modifizierte Lernmenge  $V'$  mit Messwerten  $v'$  wie folgt gebildet:

In der Einrichtung 121 wird mittels einer Scorefunktion F aus der Menge V mit den Messwerten v eine Scorewertmenge Q mit den Scorewerten q gebildet. Anschließend wird in der Einrichtung 121 mittels einer Transformationsfunktion T aus der Scorewertmenge Q mit den Scorewerten q eine Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p gebildet. Anschließend werden in der Einrichtung 120 die Messwerte v mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von  $1-p$  mit  $p = T(F(v))$  in die modifizierte Lernmenge  $V'$  aufgenommen. Somit entsteht eine modifizierte Lernmenge  $V'$  durch Randomisierung/zufallsbasierte Behandlung der ursprünglich erhobenen Menge V.

Anschließend wird die modifizierte Lernmenge  $V'$  in dem Lernsystem L 130 dazu verwendet, ein Modell M für das System S zu bilden. Das Modell M stellt dabei eine Repräsentation des fehlerfreien Systems S dar.

- 5 Mithilfe dieses Modells M wird anschließend in dem Bewertungssystem B 140 bewertet, ob zu evaluierenden Messwerte w einer neuen Messwertmenge W des Systems fehlerbehaftet sind oder nicht. Die Messwertmenge W mit den zu evaluierenden Messwerten w kann ebenfalls von der Einrichtung 110 gebildet bzw. erhoben worden sein. Anschließend wird in einer Einrichtung 150 aufgrund der Bewertung der Messwerte w bestimmt, ob sich das  
10 System S in einem fehlerfreien oder einem fehlerbehafteten Zustand befindet. Die so ermittelten Ergebnisse, ob die Messwerte w fehlerbehaftet sind oder nicht bzw. ob das System S sich in einem fehlerbehafteten oder fehlerfreien Zustand befindet, können dementsprechend anschließend beispielsweise in einem weiteren System weiterverarbeitet werden.

15

- Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer als Transferfunktion genutzten Weibull-Verteilung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines Systems gemäß der vorliegenden Erfindung. In dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung werden im  
20 Folgenden sechs Messwerte für eine bestimmte Messgröße (Typ) am System S gemessen und sollen später als Eingabe zum Lernsystem L dienen. Die Messwertmenge V der Messwerte v ist:  $V = (101, 102, 1, 100, 103, 105)$ .

- Der dritte Messwert v = 1 ist ein Ausreißer in der Messwertreihe. Das Lernsystem L hat aber  
25 keine Informationen darüber, ob es sich bei dem Ausreißer um einen fehlerbehafteten oder fehlerfreien Messwert handelt und ob dieser Ausreißer bei einem fehlerbehafteten oder fehlerfreien Systemzustand von S gemessen wurde.

- Würde nun das Lernsystem L zu einer Lernmenge V als Modell M das Minimum und das  
30 Maximum der Messwerte aus V bilden, so würde sich ergeben:

- mit dem Messwert v = 1: Minimum = 1, Maximum = 105
- ohne den Messwert v = 1: Minimum = 100, Maximum = 105

Würde nun das Minimum und das Maximum als Modell M für die Beschreibung des fehlerfreien Systems genommen werden, so würden sich in dem vorliegenden Fall in Abhängigkeit, ob der Messwert 1 hinzugenommen werden würde oder nicht, zwei vollständig unterschiedliche Realisierungen ergeben. Im Falle Minimum = 1 und Maximum = 105 ist der Akzeptanzbereich für neue Messwerte größer als in dem Fall Minimum = 100 und Maximum = 105.

In dem ersten Fall würden mehr Messwerte als normal akzeptiert werden als in dem zweiten Fall.

10

Daher wird stattdessen im vorliegenden erfindungsgemäßen Beispiel als Scorefunktion  $F(v)$  die Funktion genommen, die für jeden Messwert  $v$  aus  $V$  den Abstand zum nächstgelegenen Messwert aus  $V$  bildet und diese durch den mittleren Abstand  $m$  aller Messwerte aus  $V$  teilt.

15 Es bezeichnet  $d(v)$  den minimalen Abstand des Messwertes  $v$  zu allen anderen Messwerten. Somit ergibt sich:

$$\begin{aligned} - d(101) &= 1 \\ - d(102) &= 1 \end{aligned}$$

20

$$\begin{aligned} - d(1) &= 99 \\ - d(100) &= 1 \\ - d(103) &= 1 \\ - d(105) &= 2 \end{aligned}$$

25 Folglich beträgt der mittlere Abstand  $m$  dann:

$$- m = (1+1+99+1+1+2)/6 = 105/6 = 17,5$$

Mit der Scorefunktion  $F$  lassen sich nun die Scorewerte für die Messwerte aus  $V$  berechnen:

30

$$\begin{aligned} - F(101) &= 1/17,5 \approx 0,057 \\ - F(102) &= 1/17,5 \approx 0,057 \\ - F(1) &= 99/17,5 \approx 5,65 \\ - F(100) &= 1/17,5 \approx 0,057 \end{aligned}$$

- $F(103) = 1/17,5 \approx 0,057$
- $F(105) = 2/17,5 \approx 0,11$

Erfindungsgemäß werden dann diese Scorewerte mit einer Transferfunktion T zu

5 Wahrscheinlichkeiten transformiert. In dem erfundungsgemäßen Ausführungsbeispiel wird als Transferfunktion die Weibull-Verteilung mit den Parametern  $k = 2$ , dem sogenannten Shape-Parameter und  $\lambda = 2$ , dem sogenannten Scale-Parameter, verwendet.

Die Weibull-Verteilung T ist wie folgt definiert:

- 10
- $x < 0: T(x; k, \lambda) = 0$ .
  - $x \geq 0: T(x ; k, \lambda) = (\lambda/k) (x/\lambda)^{k-1} \exp(- (x/\lambda)^k)$

Hierbei ist " $\wedge$ " die Exponentiation und  $\exp()$  die Exponentialfunktion.

Die Fig. 3 zeigt die erfundungsgemäße Weibull-Verteilung mit diesen Parametern.

15

Die mit T transformierten Scorewerte ergeben sich zu:

- $F(101)=1/17,5 \approx 0,057, T(0,057)=0,00081$
  - $F(102)=1/17,5 \approx 0,057, T(0,057)=0,00081$
  - $F(1)=99/17,5 \approx 5,65, T(5,65)=0,9996$
- 20
- $F(100)=1/17,5 \approx 0,057, T(0,057)=0,00081$
  - $F(103)=1/17,5 \approx 0,057, T(0,057)=0,00081$
  - $F(105)=2/17,5 \approx 0,11, T(0,057)=0,0030$

25 Die einzelnen Messwerte werden jetzt auf Basis des berechneten Wahrscheinlichkeitswertes randomisiert aus der Lernmenge V entfernt bzw. beibehalten.

Somit werden die Messwerte 101, 102, 100, 103, 105 mit großer Wahrscheinlichkeit in V beibehalten und der Messwert 1 entfernt. Die modifizierte Lernmenge V' beinhaltet damit mit hoher Wahrscheinlichkeit die folgenden Messwerte:

- 30
- $V'=(101, 102, 100, 103, 105).$

Anschließend wird unter Verwendung der Lernmenge V' ein geeignetes Modell M gebildet und unter Verwendung des Modells M wird anschließend ein Bewertungssystem B gebildet.

Dem Bewertungssystem B können anschließend neu erhobene Messwerte  $w \in W$  des Systems bereitgestellt werden und das Bewertungssystem kann bewerten, ob die neuen Messwerte  $w \in W$  fehlerhaft oder normal sind und sich dementsprechende das System S in einem fehlerhaften oder einem normalen Zustand befindet.

5

Obwohl die Erfindung mittels der Figuren und der zugehörigen Beschreibung dargestellt und detailliert beschrieben ist, sind diese Darstellung und diese detaillierte Beschreibung illustrativ und beispielhaft zu verstehen und nicht als die Erfindung einschränkend. Es versteht sich, dass Fachleute Änderungen und Abwandlungen machen können, ohne den

10 Umfang und den Geist der folgenden Ansprüche zu verlassen. Insbesondere umfasst die Erfindung ebenfalls Ausführungsformen mit jeglicher Kombination von Merkmalen, die vorstehend oder nachfolgend zu verschiedenen Ausführungsformen genannt oder gezeigt sind.

15 Die Erfindung umfasst ebenfalls einzelne Merkmale in den Figuren auch wenn sie dort im Zusammenhang mit anderen Merkmalen gezeigt sind und/oder vorstehend oder nachfolgend nicht genannt sind. Auch können die in den Figuren und der Beschreibung beschriebenen Alternativen von Ausführungsformen und einzelne Alternativen deren Merkmale vom Erfindungsgegenstand beziehungsweise von den offensichtlichen Gegenständen ausgeschlossen  
20 sein. Die Offenbarung umfasst Ausführungsformen, die ausschließlich die in den Ansprüchen beziehungsweise in den Ausführungsbeispielen beschriebenen Merkmale umfasst sowie auch solche, die zusätzliche andere Merkmale umfassen.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System S, das sich in einem fehlerfreien oder fehlerbehafteten Zustand befinden kann, wobei das System S mindestens ein Kommunikationsnetzwerk, eine Netzwerkkomponente eines Kommunikationssystems oder einen Dienst eines Kommunikationsnetzwerks aufweist, mit den folgenden Schritten, bevorzugt in folgender Reihenfolge:

- a) Bilden einer Menge V unmarkierter Messwerte v des Systems S;
- b) Bilden einer modifizierten Lernmenge  $V'$  mit Messwerten  $v'$  für ein Lernsystem L durch (i) Entfernen oder (ii) Gewichten oder (iii) Entfernen und Gewichten von Messwerten aus der Menge V unter Verwendung einer zufallsbasierten Methode;
- c) Bilden eines Modells M zur Bewertung von Messwerten des Systems S durch das Lernsystem L aus der modifizierten Lernmenge  $V'$ ; und
- d) Bewerten von Messwerten des Systems S durch ein Bewertungssystem B unter Verwendung des Modells M.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt b) folgende Schritte aufweist:

- b1) Bilden einer Scorewertmenge Q mit Scorewerten q aus der Menge V durch mindestens eine Scorefunktion  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q;$
- b2) Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p aus der Scorewertmenge Q durch mindestens eine Transformationsfunktion  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p;$
- b3) Bilden der modifizierten Lernmenge  $V'$  von Messwerten, wobei die Messwerte  $v \in V$  mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von  $1-p$ , mit  $p=T(F(v))$  in die modifizierte Lernmenge  $V'$  aufgenommen werden  
oder  
wobei die Messwerte  $v \in V$  eine entsprechende Gewichtung durch mindestens eine Gewichtungsfunktion G erhalten.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt b) folgende Schritte aufweist:

- b1) Bilden einer Scorewertmenge Q mit Scorewerten q aus der Menge V durch mindestens eine Scorefunktion  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q;$

- b2) Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p aus der Scorewertmenge Q durch mindestens eine Transformationsfunktion T: Q → P, q ↪ T(q) = T(F(v)) = p;
- b3) Bilden der modifizierten Lernmenge V' von Messwerten, wobei die Messwerte v ∈ V mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von 1-p, mit p=T(F(v)) in die modifizierte Lernmenge V' aufgenommen werden und wobei die Messwerte v ∈ V eine entsprechende Gewichtung durch mindestens eine Gewichtungsfunktion G erhalten.

10

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei das Verfahren die Schritte b1) bis b3) in der genannten Reihenfolge aufweist.

15

5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4, ferner mit dem Schritt:

Bestimmen, ob sich das System S in einem fehlerfreien oder einem fehlerbehafteten Zustand befindet.

20

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die Scorefunktion F ein eigenständiges Lernsystems L' und Bewertungssystem B' mit Ausgabe eines Scorewertes darstellen kann.

25

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Scorefunktion F ein eigenständiges, maschinelles, Lernsystems L' und Bewertungssystem B' mit Ausgabe eines Scorewertes darstellen kann.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei die Scorefunktion F unter Berücksichtigung eines oder mehreren der Folgenden gebildet ist: der k-nächste Nachbarn, der Interquantil-Bereichsfaktor, der lokale Ausreißerfaktor.

30

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei die Transformationsfunktion T eine stetig wachsende Funktion ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Transformationsfunktion T eine stetig wachsende Funktion mit  $0 \leq T(x) \leq 1$  für alle  $x \in \mathbb{R}$  ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Transformationsfunktion T eine eine Normalverteilung, eine Weibull-Verteilung, eine Beta-Verteilung, oder eine stetige Gleichverteilung ist.

5

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11, wobei die Gewichtungsfunktion G definiert ist als  $G(p) = 1-p = 1-T(F(v))$ .

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 12, wobei die Schritte b1) bis b3) mehrmals 10 hintereinander iterativ ausgeführt werden.

14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
wobei die Menge V in Schritt a) in Teilmengen  $V_1, \dots, V_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  partitioniert wird, und

15 wobei in Schritt b) modifizierte Teillernmengen  $V'_1, \dots, V'_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  gebildet werden und die Lernmenge  $V'$  aus den modifizierten Teillernmengen  $V'_1, \dots, V'_N$  zusammengefügt ist.

16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei in Schritt b) beim (i) Entfernen oder (ii) Gewichten oder (iii) Entfernen und Gewichten von Messwerten v aus der Menge V auch mindestens ein nächster Nachbar des Messwertes v entfernt wird. 20

17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Messwerte aus der Gruppe ausgewählt sind, die umfasst: Auslastung einer Berechnungseinheit, benutzer und freier Speicherplatz, Auslastung und Zustand von Eingabe- und Ausgabekanälen, Anzahl fehlerfreier oder fehlerbehafteter Pakete, Länge von Übertragungswarteschlangen, fehlerfreie oder fehlerbehaftete Dienstanfragen, Bearbeitungszeit einer Dienstanfrage. 25

18. System zum Bewerten von erhobenen Messwerten eines System S, das sich in einem fehlerfreien oder fehlerbehafteten Zustand befinden kann, wobei das System S mindestens ein Kommunikationsnetzwerk, eine Netzwerkkomponente eines Kommunikationssystems oder einen Dienst eines Kommunikationsnetzwerks aufweist, mit:

einer Einrichtung zum Bilden einer Menge V unmarkierter Messwerte v des Systems S;

- einer Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge  $V'$  mit Messwerten  $v'$  für ein Lernsystem L durch (i) Entfernen oder (ii) Gewichten oder (iii) Entfernen und Gewichten von Messwerten aus der Menge V unter Verwendung einer zufallsbasierten Methode;
- 5 Lernsystem L geeignet zum Bilden eines Modells M zur Bewertung von Messwerten des Systems S aus der modifizierten Lernmenge  $V'$ ; und  
Bewertungssystem B geeignet zum Bewerten von Messwerten des Systems S unter Verwendung des Modells M.
- 10 18. System nach Anspruch 17, wobei die Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge  $V'$  aufweist:  
Einrichtung zum Bilden einer Scorewertmenge Q mit Scorewerten q aus der Menge V durch mindestens eine Scorefunktion  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ;  
Einrichtung zum Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p aus der Scorewertmenge Q durch mindestens eine Transformationsfunktion  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ ; und  
wobei die Einrichtung zum Bilden der modifizierten Lernmenge  $V'$  geeignet ist die modifizierte Lernmenge  $V'$  von Messwerten durch Aufnahme der Messwerte  $v \in V$  mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von  $1-p$ , mit  $p=T(F(v))$  in die modifizierte Lernmenge  $V'$   
20 und  
durch Gewichtung der Messwerte  $v \in V$  durch mindestens eine Gewichtungsfunktion G zu bilden.
- 25 19. System nach Anspruch 17, wobei die Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge  $V'$  aufweist:  
Einrichtung zum Bilden einer Scorewertmenge Q mit Scorewerten q aus der Menge V durch mindestens eine Scorefunktion  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ;  
Einrichtung zum Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P mit Wahrscheinlichkeiten p aus der Scorewertmenge Q durch mindestens eine Transformationsfunktion  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ ; und  
30 wobei die Einrichtung zum Bilden der modifizierten Lernmenge  $V'$  geeignet ist die modifizierte Lernmenge  $V'$  von Messwerten durch Aufnahme der Messwerte  $v \in V$  mit

einer entsprechenden Wahrscheinlichkeit von  $1-p$ , mit  $p=T(F(v))$  in die modifizierte Lernmenge  $V'$

und

durch Gewichtung der Messwerte  $v \in V$  durch mindestens eine Gewichtungsfunktion

5 G zu bilden.

20. System nach Anspruch 17, 18, oder 19, ferner mit einer Einrichtung zum Bestimmen, ob sich das System S in einem fehlerfreien oder einem fehlerbehafteten Zustand befindet.

10

21. System nach einem der Ansprüche 17 bis 20,

wobei die Einrichtung zum Bilden einer Scorewertmenge Q geeignet ist die Scorewertmenge Q mehrmals zu bilden, und

wobei die Einrichtung zum Bilden einer Wahrscheinlichkeitsmenge P geeignet ist die Wahrscheinlichkeitsmenge mehrmals zu bilden, und wobei

15

die Einrichtung zum Bilden der modifizierten Lernmenge  $V'$  geeignet ist die modifizierte Lernmenge  $V'$  mehrmals zu bilden.

22. System nach einer der Ansprüche 17 bis 21,

20

wobei die Einrichtung zum Bilden einer Menge V unmarkierter Messwerte v des Systems S geeignet ist, die Menge V in Teilmengen  $V_1, \dots, V_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  zu partitionieren, und

wobei die Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge  $V'$  geeignet ist, modifizierte Teillernmengen  $V'_1, \dots, V'_N$  mit  $N \in \mathbb{N}$  zu bilden und die Lernmenge  $V'$

25

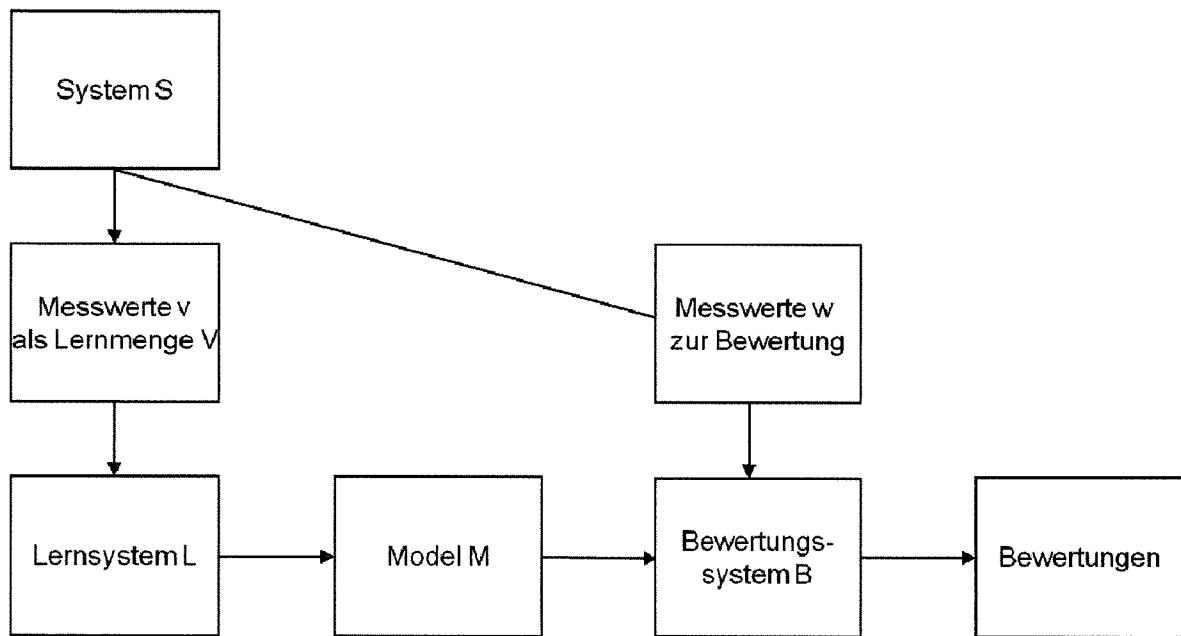
aus den modifizierten Teillernmengen  $V'_1, \dots, V'_N$  zusammenzufügen.

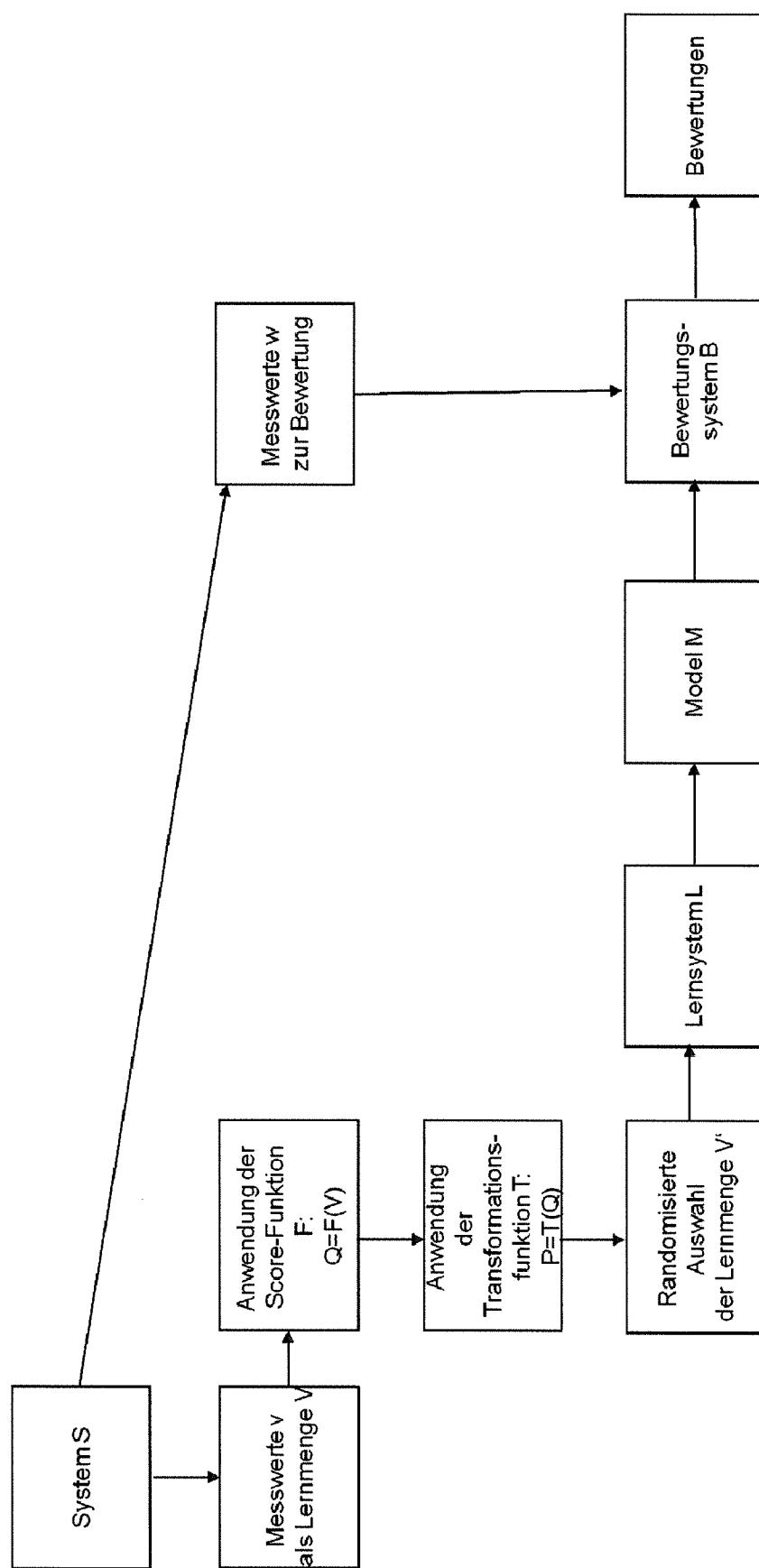
23. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Einrichtung zum Bilden einer modifizierten Lernmenge  $V'$  geeignet ist, beim (i) Entfernen oder (ii) Gewichten oder (iii) Entfernen und Gewichten von Messwerten v aus der Menge V auch mindestens einen nächsten Nachbarn des Messwertes v zu entfernen.

30

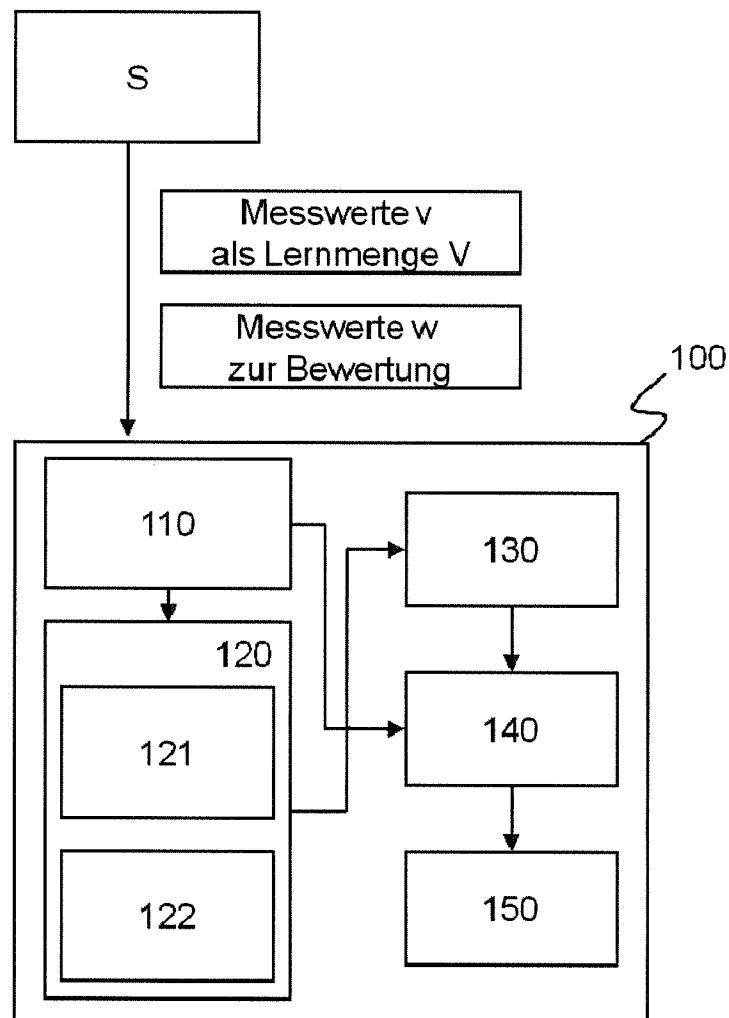
24. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei Messwerte aus der Gruppe ausgewählt sind, die umfasst: Auslastung einer Berechnungseinheit, benutzter und freier Speicherplatz, Auslastung und Zustand von Eingabe- und Ausgabekanälen, Anzahl

fehlerfreier oder fehlerbehafteter Pakete, Länge von Übertragungswarteschlangen, fehlerfreie oder fehlerbehaftete Dienstanfragen, Bearbeitungszeit einer Dienstanfrage.

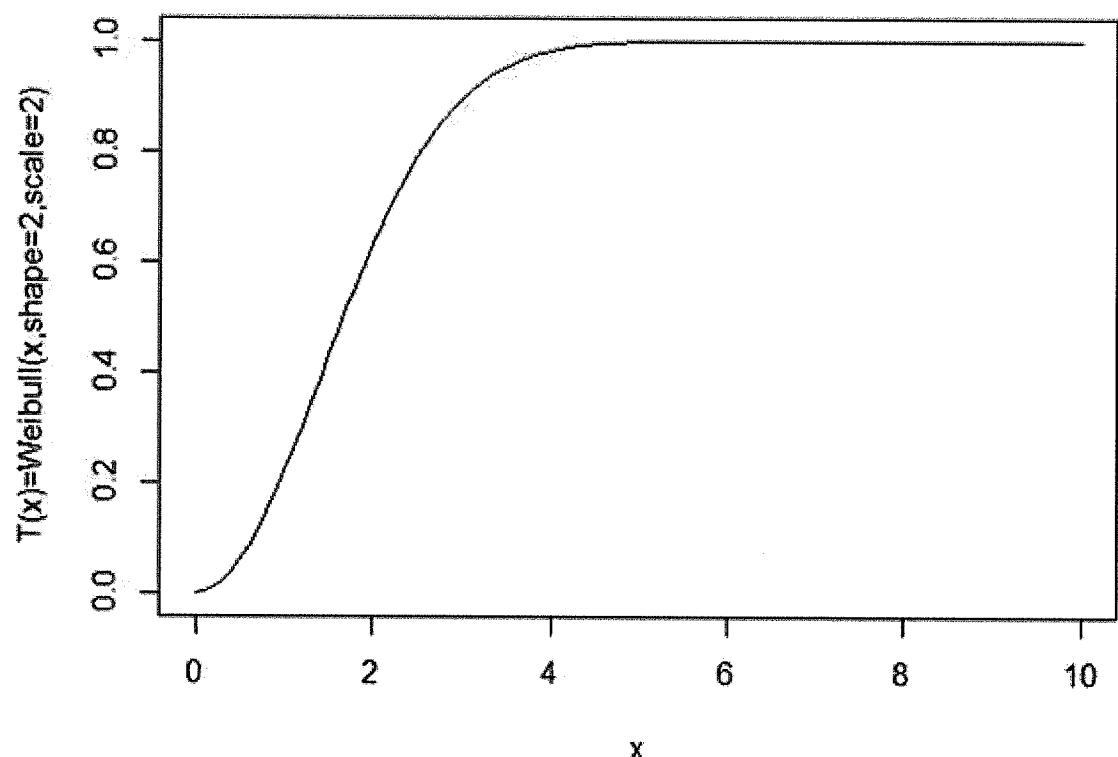
**Figur 1**



Figur 2



Figur 3



**Figur 4**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2014/067352

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. G06F17/18  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2013/046727 A1 (JONES RICHARD BRADLEY [US]) 21 February 2013 (2013-02-21)	1-14,
A	abstract	16-22, 24
	figure 1	15, 23
	paragraphs [0077] - [0095]	
	-----	
A	US 2013/198119 A1 (EBERHARDT III JOHN S [US] ET AL) 1 August 2013 (2013-08-01)	1-24
	abstract	
	figures 1-5	
	paragraphs [0023], [0024], [0029] - [0032]	
	-----	
A	EP 1 583 314 A2 (ECTEL LTD [IL]) 5 October 2005 (2005-10-05)	1-24
	abstract	
	paragraphs [0008], [0030] - [0032]	
	-----	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 November 2014	14/11/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Xu, Yuhuan

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2014/067352

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2013046727	A1 21-02-2013	CA 2845827	A1 28-02-2013	28-02-2013
		EP 2745213	A1 25-06-2014	25-06-2014
		JP 2014524629	A 22-09-2014	22-09-2014
		KR 20140092805	A 24-07-2014	24-07-2014
		US 2013046727	A1 21-02-2013	21-02-2013
		WO 2013028532	A1 28-02-2013	28-02-2013
US 2013198119	A1 01-08-2013	NONE		
EP 1583314	A2 05-10-2005	EP 1583314	A2 05-10-2005	05-10-2005
		IL 161217	A 24-03-2013	24-03-2013
		US 2005222806	A1 06-10-2005	06-10-2005

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/067352

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. G06F17/18  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
**G06F**

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EPO-Internal, WPI Data**

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2013/046727 A1 (JONES RICHARD BRADLEY [US]) 21. Februar 2013 (2013-02-21)	1-14,
A	Zusammenfassung Abbildung 1 Absätze [0077] - [0095]	16-22, 24 15, 23
A	----- US 2013/198119 A1 (EBERHARDT III JOHN S [US] ET AL) 1. August 2013 (2013-08-01) Zusammenfassung Abbildungen 1-5 Absätze [0023], [0024], [0029] - [0032]	1-24
A	----- EP 1 583 314 A2 (ECTEL LTD [IL]) 5. Oktober 2005 (2005-10-05) Zusammenfassung Absätze [0008], [0030] - [0032]	1-24

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. November 2014	14/11/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Xu, Yuhuan
--	---

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/067352

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2013046727	A1 21-02-2013	CA 2845827	A1	28-02-2013
		EP 2745213	A1	25-06-2014
		JP 2014524629	A	22-09-2014
		KR 20140092805	A	24-07-2014
		US 2013046727	A1	21-02-2013
		WO 2013028532	A1	28-02-2013
US 2013198119	A1 01-08-2013	KEINE		
EP 1583314	A2 05-10-2005	EP 1583314	A2	05-10-2005
		IL 161217	A	24-03-2013
		US 2005222806	A1	06-10-2005