

(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  
10. September 2020 (10.09.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2020/178091 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*G06F 9/50* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/054978

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. Februar 2020 (26.02.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
19160453.7 04. März 2019 (04.03.2019) EP

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESellschaft  
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München  
(DE).

(72) Erfinder: MITTERMEIER, Ludwig Andreas; Hohen-  
waldeckstraße 18, 81541 München (DE).

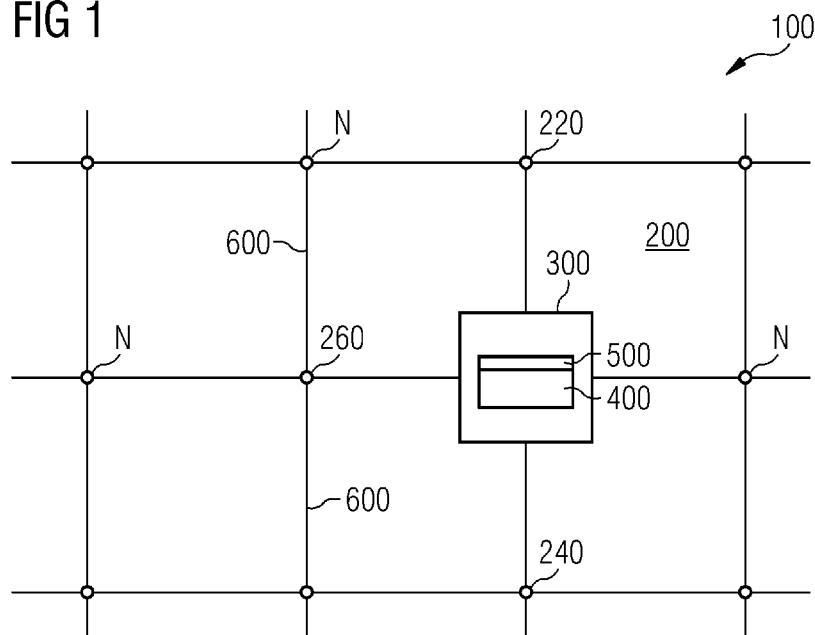
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,  
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,  
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR FINDING AND IDENTIFYING COMPUTER NODES IN A NETWORK

(54) Bezeichnung: SYSTEM UND VERFAHREN ZUM AUFFINDEN UND IDENTIFIZIEREN VON RECHENKNOTEN IN  
EINEM NETZWERK

FIG 1



(57) Abstract: The invention is concerned with a system (100) for finding and identifying computer nodes (N) in a network (200). The system (100) consists of a network (200) having multiple computer nodes (220, 240, 260,... Z), which are connected to one another by means of communication connections (600) and are designed to perform a workload of one or more software application(s) (400), and at least one planning module (300). The planning module (300) contains at least one probe (500) having a test code (550) and is designed to send the probe (500) with the test code (550) to the computer nodes (220, 240, 260,..., N) of the network (200) for the purpose of testing the properties of the computer nodes (220, 240, 260,..., N). The test code (550) is designed to test the properties of the computer nodes (220, 240, 260,..., N) in respect of their ability to perform a specific workload of at least one software application (400), and to communicate the test results to the planning module (300). The planning module (300) is designed to take the test results of the test

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



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, 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)

code (550) as a basis for selecting one or more computer nodes (N) for performing the workload of at least one software application (400), and to start the performance of the workload of the at least one software application (400) on the selected computer node (N).

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung befasst sich mit einem System (100) zum Auffinden und Identifizieren von Rechenknoten (N) in einem Netzwerk (200). Das System (100) besteht aus einem Netzwerk (200) mit mehreren Rechenknoten (220, 240, 260,... Z), die mittels Kommunikationsverbindungen (600) miteinander verbunden sind und ausgebildet sind, eine Arbeitslast einer oder mehrerer Softwareapplikation (en) (400) abzuarbeiten, und zumindest einem Planungsmodul (300). Das Planungsmodul (300) enthält zumindest eine Sonde (500) mit einem Testcode (550) und ist ausgebildet, die Sonde (500) mit dem Testcode (550) an die Rechenknoten (220, 240, 260,..., N) des Netzwerks (200) zu schicken zum Testen der Eigenschaften der Rechenknoten (220, 240, 260,..., N). Der Testcode (550) ist ausgebildet, die Eigenschaften der Rechenknoten (220, 240, 260,..., N) hinsichtlich ihrer Fähigkeit, eine bestimmte Arbeitslast zumindest einer Softwareapplikation (400) abzuarbeiten, zu testen und die Testergebnisse dem Planungsmodul (300) mitzuteilen. Das Planungsmodul (300) ist ausgebildet, aufgrund der Testergebnisse des Testcodes (550) einen oder mehrere Rechenknoten (N) zum Abarbeiten der Arbeitslast zumindest einer Softwareapplikation (400) auszuwählen, und auf dem ausgewählten Rechenknoten (N) das Abarbeiten der Arbeitslast der zumindest einen Softwareapplikation (400) zu starten.

## Beschreibung

System und Verfahren zum Auffinden und Identifizieren von Rechenknoten in einem Netzwerk

5

Die Erfindung betrifft ein System und Verfahren zum Auffinden und Identifizieren von Rechenknoten in einem Netzwerk.

10

Fog-Computing oder Fog-Networking, auch als Fogging bezeichnet, ist eine Architektur, die Randgeräte verwendet, um einen erheblichen Teil der Berechnungen, Speicher, Kommunikation lokal und über das Internet-Backbone auszuführen. Sowohl Cloud-Computing als auch Fog-Computing bieten Endbenutzern und industriellen Anwendern Speicher, Anwendungen und Daten. Allerdings hat Fog-Computing eine größere Nähe zu den Endnutzern und eine größere geografische Verteilung.

15

Fog-Computing umfasst die Verteilung der Kommunikations-, Berechnungs- und Speicherressourcen und -services auf oder in der Nähe von Geräten und Systemen, die Endbenutzer steuern. Fog Computing ist kein Ersatz, sondern oft eine Ergänzung zum Cloud Computing.

20

In Fog/Edge-Computing-Umgebungen werden rechnerische Arbeitslasten (Workloads) auf geeignete Rechenknoten verteilt, auf denen sie ausgeführt werden. Beispiele für Anwendungen sind im Automobilbereich beispielsweise Fahrassistenzsysteme und Rechnersysteme für autonomes Fahren, im medizinischen Bereich eine Vielzahl von diagnostischen Instrumenten im Krankenhaus und in Arztpraxen, in der industriellen Fertigung Montagestraßen und Herstellungsmaschinen wie beispielsweise CNC-Maschinen.

25

30

Allerdings besteht häufig ein Problem darin, einen oder mehrere geeignete Rechenknoten für eine bestimmte Anwendung zu identifizieren und zu finden, da die Rechenknoten über unter-

35

schiedliche Eigenschaften verfügen wie beispielweise unterschiedliche Prozessoren und Speicherkapazitäten.

Bisher werden geeignete Rechenknoten dadurch identifiziert,  
5 dass die Eigenschaften der Rechenknoten sowie die Kennzeichen der Arbeitslast (workload) von Entwicklern und Bedienpersonal manuell festgelegt werden. Ein Verarbeitungssystem identifiziert geeignete Rechenknoten für eine gegebene Arbeitslast anhand der Eigenschaften der Rechenknoten, wobei entweder eine Teilmenge oder der gesamte Satz von Eigenschaften und Fähigkeiten der Rechenknoten erkannt wird. Falls ein Rechenknoten für eine Berechnungsaufgabe gefunden wurde, wird dieser Rechenknoten auch verwendet. Es wird allerdings nicht geprüft, ob möglicherweise geeignetere Rechenknoten zur Verfügung stehen, um die Auslastung des gesamten Netzwerks bzw. Rechenclusters zu optimieren und/oder eine bessere oder schnellere Verarbeitung für eine jeweilige Arbeitslast zu erreichen.

20 Die Druckschrift US 2014/196054 A1 beschreibt ein Verfahren zum Ausgeben eines Befehls für ein Ausführen verkürzter Leistungsmessungen für einen oder mehrere Rechnerknoten, um zu bestimmen, ob eine Anzahl von einem oder mehrerer Rechenknoten ausreichend ist, auf denen eine Berechnung durchgeführt werden kann.

Die Druckschrift US 2018/129495 A1 beschreibt ein Verfahren für das Verwalten von Software. Um Software auszuführen, wird durch einen Manager ein Request mit einer bestimmten Anforderung versendet, womit ein optimales Computergerät für die Ausführung der Software ermittelt werden soll. Nach der Auswahl des optimalen Computergerätes wird die Software an das ausgewählte Computergerät zum Bearbeiten gesendet.

35 Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe besteht nun darin, ein System und ein Verfahren zur verlässlichen Identifizierung und Auswahl von Rechenknoten in einem Netzwerk bzw. Rechencluster anzugeben, das sich durch eine

hohe Zuverlässigkeit und Sicherheit auszeichnet und eine verbesserte Ressourcenplanung und -auslastung von Netzwerksystemen und damit deren Optimierung ermöglicht.

- 5 Diese Aufgabe wird hinsichtlich eines Systems durch die Merkmale des Patentanspruchs eins, und hinsichtlich eines Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs sieben erfindungsgemäß gelöst. Die weiteren Ansprüche betreffen bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung.

10

Die Erfindung betrifft gemäß einem ersten Aspekt ein System zum Auffinden und Identifizieren von Rechenknoten in einem Netzwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

- 15 Gemäß der Erfindung ist die Sonde in die Softwareapplikation integriert, und das Planungsmodul ist geeignet, die Softwareapplikation mit der Sonde an die Rechenknoten zu schicken. Wenn die Sonde die Eignung eines Rechenknotens feststellt, kann somit sofort mit der Ausführung der Softwareapplikation  
20 begonnen werden.

- In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Sonde unabhängig von der Softwareapplikation ausgebildet und das Planungsmodul ist geeignet, nur die Sonde an die Rechenknoten  
25 zu schicken. Hierdurch kann die Sonde schneller an die verschiedenen Rechenknoten geschickt werden, da sie nicht mit der Softwareapplikation verbunden ist.

- Vorteilhafterweise enthält die Sonde ein Klassifizierungsschema mit verschiedenen Kategorien für die Klassifizierung der Rechenknoten, und die Sonde ist ausgebildet, die Rechenknoten mittels dieses Klassifizierungsschemas zu testen. Hierdurch kann schnell eine Einordnung der getesteten Rechenknoten in ein Ordnungsschema erfolgen.

35

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Sonde eine Reinigungskomponente zum Entfernen von Artefakten auf den Rechenknoten auf.

Vorteilhafterweise ist der Testcode ausgebildet, die Rechenknoten innerhalb von 10 - 100 Millisekunden zu testen.

5 Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung ist das Planungsmodul geeignet, unterschiedliche Softwareapplikationen anhand der Testergebnisse der Sonde für die Arbeitslast der unterschiedlichen Softwareapplikationen in einer optimierten Sequenz unter Verwendung verschiedener  
10 Rechenknoten abzuarbeiten.

Die Erfindung betrifft gemäß einem zweiten Aspekt ein Verfahren zum Auffinden und Identifizieren von Rechenknoten in einem Netzwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 7.

15 Gemäß der Erfindung ist die Sonde in die Softwareapplikation integriert, und das Planungsmodul schickt die Softwareapplikation mit der Sonde an die Rechenknoten. Wenn die Sonde die Eignung eines Rechenknotens feststellt, kann somit sofort mit  
20 der Ausführung der Softwareapplikation begonnen werden.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Sonde unabhängig von der Softwareapplikation ausgebildet und das Planungsmodul schickt nur die Sonde an die Rechenknoten.

25 Hierdurch kann die Sonde schneller an die verschiedenen Rechenknoten geschickt werden, da sie nicht mit der Softwareapplikation verbunden ist.

Vorteilhafterweise enthält die Sonde ein Klassifizierungsschema mit verschiedenen Kategorien für die Klassifizierung der Rechenknoten und die Sonde testet die Rechenknoten mittels dieses Klassifizierungsschemas. Hierdurch kann schnell eine Einordnung der getesteten Rechenknoten in ein Ordnungsschema erfolgen.

35 In einer weiteren Ausgestaltung weist die Sonde eine Reinigungskomponente zum Entfernen von Artefakten auf den Rechenknoten auf.

Vorteilhafterweise testet der Testcode die Rechenknoten innerhalb von 10 - 100 Millisekunden.

5 In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das Planungsmodul geeignet, unterschiedliche Softwareapplikationen anhand der Testergebnisse der Sonde für die Arbeitslast der unterschiedlichen Softwareapplikationen in einer optimierten Sequenz unter Verwendung verschiedener Rechenknoten abzuar-  
10 beiten.

Die Erfindung betrifft gemäß einem dritten Aspekt ein Computerprogrammprodukt, umfassend einen und/oder mehrere ausführbare Computercodes, der(die) dazu ausgebildet  
15 ist(sind) (z.B. durch einen Computer), ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform des ersten Aspekts durchzuführen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

20

Dabei zeigen:

Figur 1 eine Übersichtsdarstellung zur Erläuterung eines erfindungsgemäßen Systems;

25

Figur 2 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines Ausführungsdetails des erfindungsgemäßen Systems;

Figur 3 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines weiteren optionalen Ausführungsdetails des erfindungsgemäßen Systems;

30

Figur 4 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines weiteren optionalen Ausführungsdetails des erfindungsgemäßen Systems;

35

Figur 5 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung eines Verfahrens gemäß der Erfindung;

Figur 6 eine schematische Darstellung eines Computerprogrammprodukt gemäß der Erfindung.

5

Zusätzliche Merkmale, Aspekte und Vorteile der Erfindung oder ihrer Ausführungsbeispiele werden durch die ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den Ansprüchen ersichtlich.

10 Fig. 1 zeigt ein System 100 zur Identifikation und Auswahl von Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N in einem Netzwerk 200, wobei die Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N hier nur beispielhaft dargestellt sind. Die Anzahl N der Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N kann beliebig groß sein. Die Rechenknoten 220, 15 240, 260, ..., N können Randgeräte (edge devices) mit Rechnerleistungen, Router, Sensoren mit Softwaremodulen, Kommunikationsschnittstellen beinhalten oder es kann sich auch um Aktuatoren, Steuergeräte oder andere Hardwaregeräte handeln, die über die erforderliche Rechnerleistung verfügen. Die Re- 20 chenknoten 220, 240, 260, ..., N sind mittels Kommunikationsverbindungen 600 miteinander vernetzt und können auch mittels eines hier nicht näher dargestellten Cloud Computing Systems miteinander verbunden sein. Das Netzwerk 200 kann auch eine Industrieanlage und/oder eine Einheit wie beispielsweise ei- 25 nen Gebäudekomplex darstellen, die mit zumindest einigen der Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N überwacht wird. So können einige der Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N z.B. Temperatursensoren und Rauchmeldesensoren darstellen, die Räume in einem Gebäude überwachen.

30

Die Rechenknoten 220, 240, 260, ... N empfangen oder generieren Daten und verarbeiten diese mittels Softwareapplikationen für bestimmte Anwendungen. Die Softwareapplikationen können temporär entsprechend einer jeweiligen Aufgabenstellung geladen 35 werden oder sie sind dauerhaft in Speichereinheiten in dem jeweiligen Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N gespeichert.

Ein Planungsmodul 300 für das Abarbeiten einer Softwareapplikation 400 ist in dem Netzwerk 200 vorgesehen, das mit den verschiedenen Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N verbunden ist. Die Softwareapplikation 400 wird jedoch nicht in dem Planungsmodul 300 selbst verarbeitet, sondern in einem der Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N in dem Netzwerk 200. Hierzu muss jedoch ein passender Rechenknoten N identifiziert werden, der die Verarbeitung der Softwareapplikation 400 durchführt.

Ein relevantes Kriterium für die Identifizierung von geeigneten Rechenknoten N für eine rechnerische Arbeitslast einer Softwareapplikation 400 kann die Prozessorarchitektur eines Rechenknoten N sein, wie beispielsweise, ob es sich um einen ARM oder x86\_64 Prozessor handelt, da die Berechnungsbefehle zu der jeweiligen Arbeitslast passen müssen. Des Weiteren sind die Größe des freien Hauptspeichers, die Größe des freien Speicherplatzes, der Grad der CPU-Auslastung und/oder die Qualität und der aktuelle Status der Netzwerkkonnektivität des Rechenknotens N wie beispielsweise die Bandbreite und die Latenz Indikatoren, um einen Rechenknoten N auszuwählen. Außerdem können die Echtzeiteigenschaften des Rechenknotens N und seines Betriebssystems sowie die spezifische Hardware, die an den Rechenknoten N angeschlossen ist, wie beispielsweise Sensoren und Aktuatoren, eine Rolle spielen.

In Fig. 2 ist das Planungsmodul 300 detaillierter dargestellt. Es enthält vorzugsweise einen Prozessor 320 und ein Speicherelement 340, in dem die Softwareapplikation 400 und/oder die binäre Arbeitslast (Workload) gespeichert sind. Erfindungsgemäß ist die Softwareapplikation 400 und/oder die binäre Arbeitslast (Workload) mit einer Sonde 500 versehen. Die Sonde 500 ist als Softwarecode ausgebildet und enthält einen Testcode 550, der über die folgenden Eigenschaften verfügt: Der Testcode 550 kann in sehr kurzer Zeit gestartet werden, beispielsweise innerhalb weniger Millisekunden bis Sekunden, da er über eine kurze Codelänge verfügt, und wird in das Netzwerk 200 eingespeist, um die Eigenschaften von

möglichen Rechenknoten N zu testen. Die Codelänge kann sehr kurz sein und beispielsweise 10-20 Zeilen umfassen, es können aber auch mehrere hundert Codezeilen vorgesehen sein. Aufgrund der Testergebnisse schlägt der Testcode 550 dann eigenständig einen Rechenknoten N oder mehrere Rechenknoten N in dem Netzwerk N vor, auf dem/denen die Softwareapplikation 400 ausgeführt werden kann. Dabei werden insbesondere Kriterien wie eine geringe Auswirkung auf die CPU-Leistung, den Speicherverbrauch und den Netzwerkverkehr verwendet.

Des Weiteren testet die Sonde 500 auch die Verfügbarkeit der erforderlichen Ressourcen für eine bestimmte Arbeitslast der Softwareapplikation 400 in dem Netzwerk 200. Falls die Ressourcen grundsätzlich nicht vorhanden sind, wird dies mittels einer Botschaft (Message) einer hier nicht dargestellten Mitteilungszentrale mitgeteilt. Die Überprüfung der Ressourcen in dem Netzwerk 200 wird vorteilhaft sehr schnell abgeschlossen, beispielsweise innerhalb weniger Millisekunden bis zu einigen Sekunden. In Einzelfällen kann es jedoch auch einige Minuten dauern.

Darüber hinaus verfügt die Sonde 500 über eine Reinigungskomponente 570 zum Reinigen des Rechenknotens N, so dass keine Artefakte auf dem Rechenknoten N verbleiben, auf dem der Test mit der Sonde 500 ausgeführt wird. Dabei kann es sich beispielsweise um Softwarebibliotheken, Speicher-Einträge und/oder Konfigurationsdateien handeln. Wenn die Sonde 500 ein positives Ergebnis anzeigt, bedeutet dies, dass ein Rechenknoten N für eine bestimmte Rechenbelastung durch eine Softwareapplikation 400 geeignet ist. Des Weiteren kann die Sonde 500 auch Codierungen etc. auf dem Rechenknoten 400 speichern oder dort hinterlassen, die für die Abarbeitung der Softwareapplikation auf dem Rechenknoten N erforderlich sind oder für die Planung einer späteren Abarbeitung auf dem Rechenknoten N notwendig sind.

Wie in Fig. 3 dargestellt, kann die Sonde 500 direkt in der Softwareapplikation 400 vorhanden sein und auch das gleiche

Datenformat aufweisen, so dass die Sonde 500 zusammen mit der Softwareapplikation 400 in das Netzwerk 200 geschickt wird.

Wenn die Arbeitslast-Binärdateien derart groß sind, dass ihre Verteilung im Netzwerk 200 erhebliche Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des gesamten Netzwerkes 200 hat, kann eine Implementierung erfindungsgemäß auch dahingehend erfolgen, dass die Sonde 500 mit dem Testcode 550 vom echten Binärcode der Arbeitslast der Softwareapplikation 400 getrennt wird.

Dies ist in Fig. 4 dargestellt. Da der Testcode 550 als kleines Softwareelement ausgebildet ist, kann er mit einem geringen Aufwand im Netzwerk 200 verteilt werden, und der Binärcode für eine große Arbeitslast wird nur für die Rechenknoten N bereitgestellt, die ein positives Ergebnis bei der Ausführung des Testcodes 550 zeigen.

Darüber hinaus kann in einer Weiterentwicklung der Erfindung vorgesehen sein, die Sonde 500 bzw. den Testcode 550 um ein Klassifizierungsschema zu erweitern. Die Sonde 500 kann Klassifizierungsparameter bzw. Kategorien enthalten, um sie für verschiedene Softwareapplikationen 400, die sich hinsichtlich der benötigten Rechenleistung für die Verarbeitung unterscheiden, verwenden zu können. Beispiele für Klassifizierungsparameter können sein:

- Rechenknoten N müssen über eine bestimmte Prozessorarchitektur verfügen,
- eine Berechnung erfolgt mittels einer CPU, die über eine minimale oder maximale Anzahl von CPU-Kernen verfügt,
- ein Rechenknoten N muss mindestens über eine bestimmte Anzahl an frei verfügbaren (Haupt)-Speicherplatz verfügen,
- ein Rechenknoten N muss ein bestimmtes Hardwaremerkmal aufweisen wie beispielsweise eine Echtzeituhr,
- ein Rechenknoten muss an eine bestimmte Hardware wie beispielsweise an einen Sensor angeschlossen sein.

Wie in Fig. 2 dargestellt, sendet das Planungsmodul 300 die Sonde 500 an die Rechenknoten 220, 240, 260, ... , N in dem Netzwerk 200. Nachdem die Sonde 500 mittels des Testcodes 550 die Rechenknoten 220, 240, 260,..., N getestet hat, teilt der  
5 Testcode 550 bzw. die Sonde 500 dem Planungsmodul 300 die Testergebnisse mit. Die Testergebnissen beinhalten insbesondere die Informationen über den Status der Rechenknoten N, können aber auch noch weitere Informationen umfassen. Vorzugsweise sind Funktionselemente in dem Planungsmodul 300  
10 vorgesehen, die von dem Textcode 550 entsprechend dem jeweiligen Testergebnis aufgerufen werden, so dass das Planungsmodul 300 durch diese Funktionsaufrufe von den Testergebnissen Kenntnis erhält.

15 Wenn nun eine Verarbeitung einer Softwareapplikation 400 und damit die Nutzung einer Rechenleistung in dem Netzwerk 200 geplant wird, prüft das Planungsmodul 300, ob die Verarbeitung in eine oder mehrere Verarbeitungskategorien passt, für die bereits von der Sonde 500 Tests im Netzwerk 200 ausgeführt wurden entsprechend der festgelegten Klassifizierungsparameter der Sonde 500. So kann eine Verarbeitung bzw. Abarbeitung einer Softwareapplikation die folgenden Voraussetzungen benötigen: Es ist zumindest ein Dual-Core-Prozessor bei einem Rechenknoten N erforderlich und zudem werden 256 MB  
20 Speicherkapazität bei einem freien Arbeitsspeicher und 1 GB Speicherkapazität bei einem freien Festplattenspeicher benötigt.

Ein zuvor durchgeführter Test mittels der Sonde 500 hat möglicherweise geeignete Rechenknoten N mit den folgenden Spezifikationen identifiziert: Es sind zumindest ein Quad-Core-Prozessor, 512 MB Speicherkapazität bei einem freien Arbeitsspeicher und 1 GB Speicherkapazität bei einem freien Festplattenspeicher vorhanden.

35 Bei einer solchen Fallkonstellation könnte das Planungsmodul 300 die neue Rechenauslastung planen, ohne dass eine neue Sonde 500 in das Netzwerk 200 gesendet werden muss. Falls die

benötige Rechenleistung jedoch nicht in eine der Kategorien passt, für die zuvor mittels der Sonde 500 ein Test ausgeführt wurde, führt das Planungsmodul 300 erneut einen Test hinsichtlich der verfügbaren Rechenleistung bei den Rechenknoten N in dem Netzwerk 200 durch.

Des Weiteren ist es möglich, dass für eine bestimmte Abarbeitung einer Softwareapplikation eine erforderliche Rechenleistung klassifiziert wird, jedoch die Arbeitslast dieser Softwareapplikation weitere zusätzliche individuelle Anforderungen aufweist, die nicht in eine vorbestimmte Kategorie eingeordnet werden können. In diesem Fall führt das Planungsmodul 300 vorzugsweise den Arbeitslast-Test nur auf Rechenknoten N durch, die in die bereits klassifizierte Kategorie fallen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung werden somit mittels einer Sonde 500 Tests bezüglich der Abarbeitungskapazitäten von Rechenknoten N für eine Arbeitslast durchgeführt, wobei die Rechenknoten N in einem heterogenen Netzwerk 200 angeordnet sind und über unterschiedliche Eigenschaften und Auslastungen verfügen. Darüber hinaus ist ein Klassifizierungsschema für eine Arbeitslast vorgesehen, die die Planbarkeit der Abarbeitung einer Softwareapplikation an verschiedenen Rechenknoten N vereinfacht.

Hierdurch kann die Verwendung von ungeeigneten Rechenknoten N für die Abarbeitung einer Softwareapplikation vermieden werden. Ungeeignete Rechenknoten N führen zu einer Belastung des Netzwerks 200 und zu einem Mehraufwand, bis ein geeigneter Rechenknoten N für eine Arbeitslast identifiziert werden kann. Die versehentliche Ausführung einer Arbeitslast auf einem ungeeigneten Rechenknoten N kann auch zu Schäden führen, da beispielsweise eine Echtzeitaufgabe auf einem Rechenknoten N negativ beeinflusst wird, wenn er bereits mit einer anderen Rechenaufgabe ausgelastet ist.

Darüber hinaus bietet die Sonde 500 die Möglichkeit, schnell und mit wenig Aufwand geeignete Rechenknoten N für eine Ar-

beitslast zuverlässig zu finden. Die Auslastung des Netzwerks 200 wird insgesamt optimiert, indem Arbeitslasten klassifiziert werden und eine Dokumentation über die Testergebnisse für verschiedenen Arbeitslastkategorien durchgeführt wird.

5 Vorzugsweise ist diese Dokumentation in dem Planungsmodul 300 gespeichert.

Darüber hinaus ist es auch möglich, dass die Sonde 500 mit dem Testcode 550 nur an eine Auswahl von Rechenknoten N, die  
10 beispielsweise bereits von Entwicklern und Operateuren festgelegt worden sind, gesendet wird. Das Planungsmodul 300 führt dann eine Zuordnung zwischen den vorbestimmten Rechenknoten N und den Arbeitslastkategorien durch und die Arbeitslast wird nur auf den Rechenknoten N ausgeführt, die aufgrund  
15 dieser Zuordnung berücksichtigt werden.

Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Identifizierung von Rechenknoten N für die Bearbeitung einer Arbeitslast in einem Netzwerk 200.

20

In einem Schritt S10 schickt das Planungsmodul 300 eine Sonde 500 an Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N des Netzwerks 200, wobei die Sonde 500 einen Testcode 550 zum Testen der Eigenschaften der Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N enthält.

25

In einem Schritt S20 testet der Testcode 550 der Sonde 500 die Eigenschaften der Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N hinsichtlich ihrer Fähigkeit, eine bestimmte Arbeitslast zumindest einer Softwareapplikation 400 abzuarbeiten.

30

In einem Schritt S30 teilt der Testcode 550 dem Planungsmodul 300 die Testergebnisse mit.

In einem Schritt S40 wählt das Planungsmodul 300 aufgrund der  
35 Testergebnisse des Testcodes 550 einen oder mehrere Rechenknoten N zum Abarbeiten einer Arbeitslast zumindest einer Software Applikationen 400 aus.

In einem Schritt S50 startet das Planungsmodul 300 auf dem ausgewählten Rechenknoten N das Abarbeiten der Arbeitslast der zumindest einen Softwareapplikation 400.

- 5 Fig. 6 stellt schematisch ein Computerprogrammprodukt 700 dar, das einen und/der mehrere ausführbare Computercodes 750 enthält, der(die) ausgebildet ist(sind) (z.B. durch einen Computer, ein Verfahren gemäß einer Ausführungsform des ersten Aspekts der Erfindung durchzuführen.

10

Durch die vorliegende Erfindung kann somit eine Identifikation von geeigneten Rechenknoten N für eine bestimmte Arbeitslast einer Softwareapplikation in einem Netzwerk 200 bestehend aus Rechenknoten 220, 240, 260, ..., N durchgeführt werden. Hierdurch können gezielt Rechenknoten N in dem Netzwerk

15 200 ausgewählt werden, die für die Abarbeitung einer Arbeitslast geeignet sind, und damit kann eine Überlastung des Netzwerks 200 vermieden werden.

20

## Bezugszeichenliste

|    |     |                            |
|----|-----|----------------------------|
|    | 100 | System                     |
| 5  | 200 | Netzwerk                   |
|    | 220 | Rechenknoten               |
|    | 240 | Rechenknoten               |
|    | 260 | Rechenknoten               |
|    | 300 | Planungsmodul              |
| 10 | 320 | Prozessor                  |
|    | 340 | Speicher                   |
|    | 400 | Softwareapplikation        |
|    | 500 | Sonde                      |
|    | 550 | Testcode                   |
| 15 | 570 | Reinigungskomponente       |
|    | 600 | Kommunikationsverbindungen |
|    | 700 | Computerprogrammprodukt    |
|    | 750 | Computercode               |

## Patentansprüche

1. Ein System (100) zum Auffinden und Identifizieren von Rechenknoten N in einem Netzwerk (200), wobei das System (100) aus einem Netzwerk (200) mit mehreren Rechenknoten (220, 240, 260, ... Z), die mittels Kommunikationsverbindungen (600) miteinander verbunden sind und ausgebildet sind, eine Arbeitslast einer oder mehrerer Softwareapplikation(en) (400) abzuarbeiten, und zumindest einem Planungsmodul (300) besteht, wobei das Planungsmodul (300) zumindest eine Sonde (500) mit einem Testcode (550) enthält und ausgebildet ist, die Sonde (500) mit dem Testcode (550) an die Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) des Netzwerks (200) zu schicken zum Testen der Eigenschaften der Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N), wobei der Testcode (550) ausgebildet ist, die Eigenschaften der Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) hinsichtlich ihrer Fähigkeit, eine bestimmte Arbeitslast zumindest einer Softwareapplikation (400) abzuarbeiten, zu testen, und wobei der Testcode (550) ausgebildet ist, dem Planungsmodul (300) die Testergebnisse mitzuteilen, wobei das Planungsmodul (300) ausgebildet ist, aufgrund der Testergebnisse des Testcodes (550) einen oder mehrere Rechenknoten (N) zum Abarbeiten der Arbeitslast zumindest einer Softwareapplikation (400) auszuwählen, und auf dem ausgewählten Rechenknoten das Abarbeiten der Arbeitslast der zumindest einen Softwareapplikation (400) (N) zu starten, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) in die Softwareapplikation (400) integriert ist und das Planungsmodul (300) geeignet ist, die Softwareapplikation (400) mit der Sonde (500) an die Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) zu schicken.
2. Das System (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) unabhängig von der Softwareapplikation (400) ausgebildet ist und das Planungsmodul

(300) geeignet ist, nur die Sonde (500) an die Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) zu schicken.

3. Das System (100) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) ein Klassifizierungsschema mit verschiedenen Kategorien für die Klassifizierung der Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) enthält und die Sonde (500) ausgebildet ist, die Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) mittels dieses Klassifizierungsschemas zu testen.

4. Das System (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) eine Reinigungskomponente (570) zum Entfernen von Artefakten auf den Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) aufweist.

5. Das System (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass der Testcode (550) ausgebildet ist, die Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) innerhalb von 10 - 100 Millisekunden zu testen.

6. Das System (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass das Planungsmodul (300) geeignet ist, unterschiedliche Softwareapplikationen (400) anhand der Testergebnisse der Sonde (500) für die Arbeitslast der unterschiedlichen Softwareapplikationen (400) in einer optimierten Sequenz unter Verwendung verschiedener Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) abzuarbeiten.

7. Ein Verfahren zum Auffinden und Identifizieren von Rechenknoten N in einem Netzwerk (200), wobei das System (100) aus einem Netzwerk (200) mit mehreren Rechenknoten (220, 240, 260, ... Z), die mittels Kommunikationsverbindungen (600) miteinander verbunden sind und ausgebildet sind, eine Arbeitslast einer oder mehrerer Softwareapplikation(en) (400) abzuarbeiten, und zumindest einem Planungsmodul (300) besteht, wobei das Planungsmodul

(300) zumindest eine Sonde (500) mit einem Testcode (550) enthält, umfassend:

- 5       - das Planungsmodul (300) sendet (S10) die Sonde (500) mit dem Testcode (550) an die Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) des Netzwerks (200) zum Testen der Eigenschaften der Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N);
- 10      - der Testcode (550) testet (S20) die Eigenschaften der Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) hinsichtlich ihrer Fähigkeit, eine bestimmte Arbeitslast zumindest einer Softwareapplikation (400) abzuarbeiten;
- 15      - der Testcode (550) teilt dem Planungsmodul die Testergebnisse mit;
- 20      - das Planungsmodul (300) wählt (S40) aufgrund der Testergebnisse des Testcodes (550) einen oder mehrere Rechenknoten (N) zum Abarbeiten der Arbeitslast zumindest einer Softwareapplikation (400) aus;
- 25      - das Planungsmodul (300) startet auf dem ausgewählten Rechenknoten (N) das Abarbeiten der Arbeitslast der zumindest einen Softwareapplikation (400), dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) in die Softwareapplikation (400) integriert ist und das Planungsmodul (300) die Softwareapplikation (400) mit der Sonde (500) an die Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) schickt.

8. Das Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) unabhängig von der Softwareapplikation (400) ausgebildet ist und das Planungsmodul nur die Sonde (500) an die Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) schickt.

9. Das Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) ein Klassifizierungsschema mit verschiedenen Kategorien für die Klassifizierung der Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) enthält und die Sonde (500) die Rechenknoten (220, 240, 260, ... , N) mittels dieses Klassifizierungsschemas testet.

10. Das Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 7-9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (500) eine Reinigungskomponente (570) zum Entfernen von Artefakten auf den Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) aufweist.
11. Das Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 7-10, dadurch gekennzeichnet, dass der Testcode (550) die Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) innerhalb von 10 - 100 Millisekunden testet.
12. Das Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 7-11, dadurch gekennzeichnet, dass das Planungsmodul (300) unterschiedliche Softwareapplikationen (400) anhand der Testergebnisse der Sonde (500) für die Arbeitslast der unterschiedlichen Softwareapplikationen (400) in einer optimierten Sequenz unter Verwendung verschiedener Rechenknoten (220, 240, 260, ..., N) abarbeitet.
13. Ein Computerprogrammprodukt (700), das einen und/der mehrere ausführbare Computercodes (750) enthält zur Ausführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 12.

FIG 1

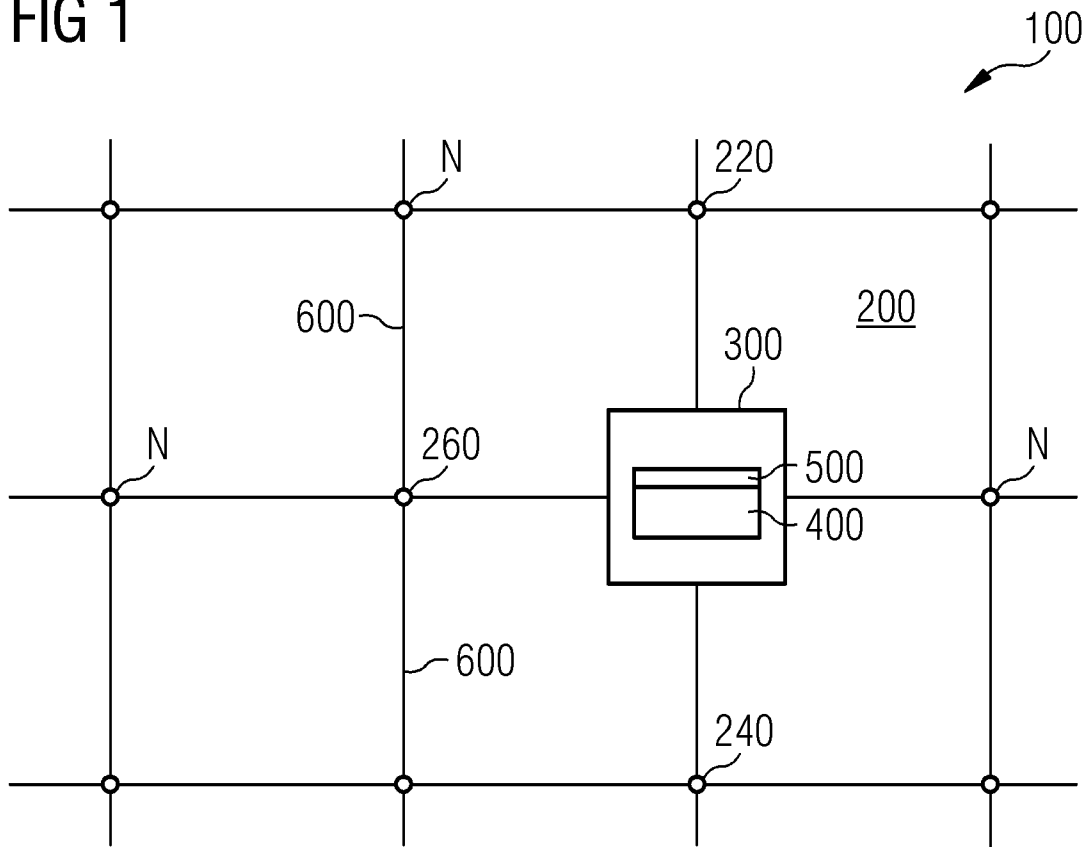


FIG 2

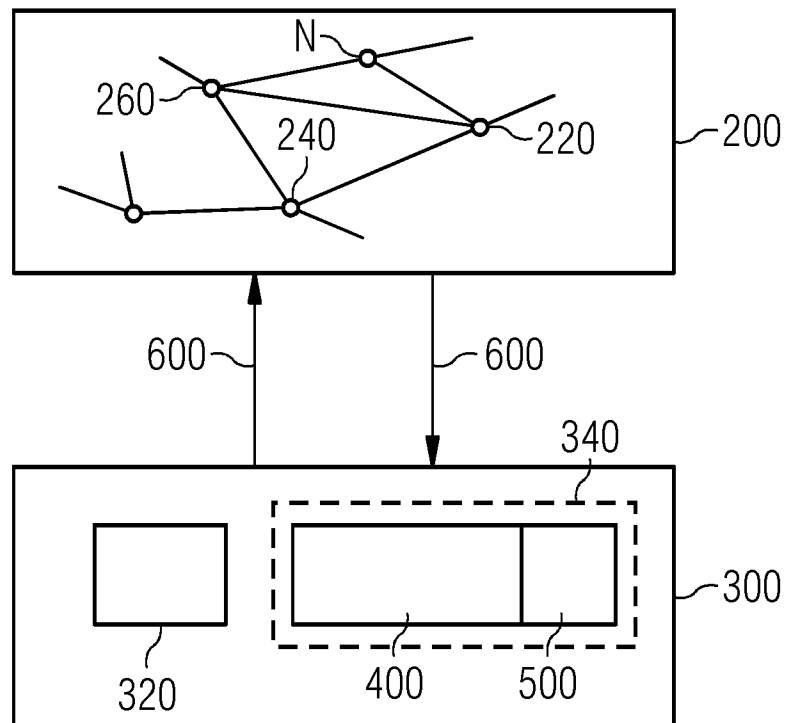


FIG 3

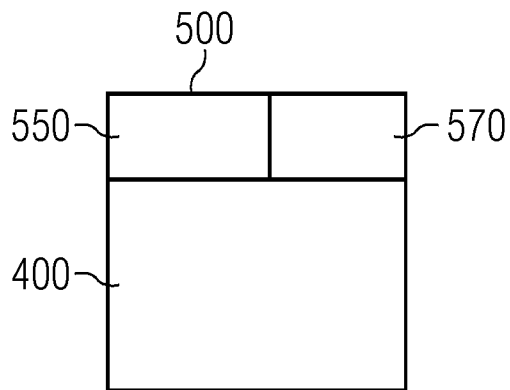


FIG 4

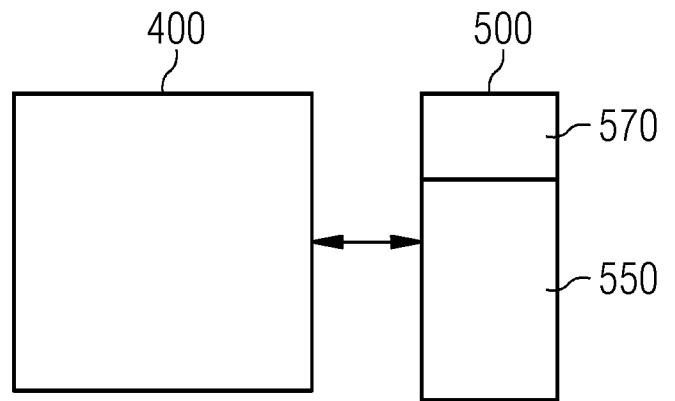


FIG 5

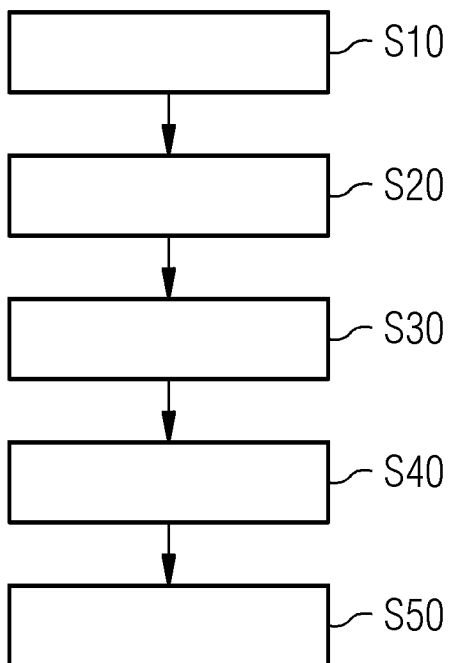
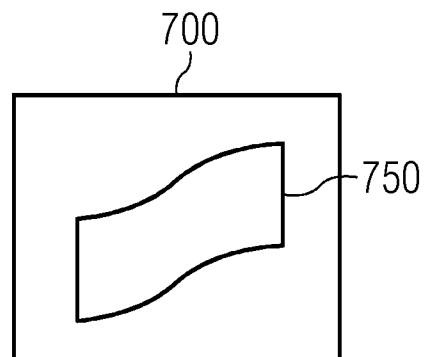


FIG 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/054978

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06F 9/50**(2006.01)i

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. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 2014196054 A1 (BROCHARD LUIGI [FR] ET AL) 10 July 2014 (2014-07-10)<br>paragraph [0021] - paragraphs [0035], [0050]; figure 1 | 1-13                  |
| A         | US 2018129495 A1 (WHITCOMB THOMAS WILLIAM [US] ET AL) 10 May 2018<br>(2018-05-10)<br>paragraph [0054]                            | 1-13                  |



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

15 April 2020

Date of mailing of the international search report

24 April 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office  
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk  
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Mühlenbrock, Martin

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2020/054978**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |            |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|------------|----|--------------------------------------|
| US                                        | 2014196054 | A1 | 10 July 2014                         | NONE                    |            |    |                                      |
| US                                        | 2018129495 | A1 | 10 May 2018                          | US                      | 8918761    | B1 | 23 December 2014                     |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2015106787 | A1 | 16 April 2015                        |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2018129495 | A1 | 10 May 2018                          |

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06F9/50

ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter 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. |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A          | US 2014/196054 A1 (BROCHARD LUIGI [FR] ET AL) 10. Juli 2014 (2014-07-10)<br>Absatz [0021] - Absätze [0035], [0050];<br>Abbildung 1 | 1-13               |
| A          | US 2018/129495 A1 (WHITCOMB THOMAS WILLIAM [US] ET AL) 10. Mai 2018 (2018-05-10)<br>Absatz [0054]                                  | 1-13               |



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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/04/2020

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

Mühlenbrock, Martin

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/054978

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2014196054                                      | A1                            | 10-07-2014                        | KEINE                         |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2018129495                                      | A1                            | 10-05-2018                        | US 8918761 B1 23-12-2014      |
|                                                    |                               |                                   | US 2015106787 A1 16-04-2015   |
|                                                    |                               |                                   | US 2018129495 A1 10-05-2018   |
| -----                                              |                               |                                   |                               |