

(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
27. Dezember 2018 (27.12.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/234375 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06F 9/48 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/066398

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juni 2018 (20.06.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 210 671.9
23. Juni 2017 (23.06.2017) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **ZINNER, Helge**; Bertastr. 4a, 93049 Regens-
burg (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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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,

(54) **Title:** METHOD FOR MOVING DATA PROCESSING APPLICATIONS FROM A FIRST COMPUTING UNIT TO A SECOND COMPUTING UNIT

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM VERLAGERN VON DATENVERARBEITUNGSANWENDUNGEN VON EINER ERSTEN RECHENEINHEIT ZU EINER ZWEITEN RECHENEINHEIT

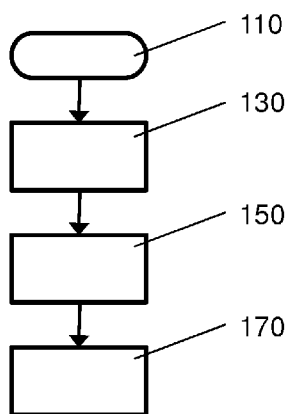


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for moving data processing applications from a first computing unit to a second computing unit in a local data network with a packet-based bit transmission layer and an IP-based or MOST-based network layer. The aim of the invention is to provide a method with which data processing applications can be moved from one computing unit to another computing unit in a local data network in a quick (and interruption-free) manner in order to be ran. This is achieved by a method which has at least the following method steps, namely: the method is first started; a data processing application is then moved from the first computing unit to the second computing unit via a first data connection; communication characteristics of at least one second data connection, which connects the communication end point of the application prior to being moved to the communication end point of the application after being moved, are determined; and the communication end points of the data processing application and/or specific communication characteristics are then entered into a database.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verlagern von Datenverarbeitungsanwendungen von einer ersten Recheneinheit zu einer zweiten Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk mit einer paketbasierten Bit-Übertragungsschicht und einer IP-basierten oder MOST-basierten Vermittlungsschicht. Um ein Verfahren zu schaffen, mit welchem schnell (und unterbrechungsfrei) Datenverarbeitungsanwendungen von einer Recheneinheit auf eine andere Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk zur Ausführung verlagert werden können, wird ein Verfahren vorgeschlagen, welches zumindest folgende Verfahrensschritte umfasst, nämlich: Zunächst wird das Verfahren gestartet. Dann wird eine Datenverarbeitungsanwendung über eine erste Datenverbindung von der ersten Recheneinheit zur zweiten Recheneinheit verlagert. Es werden Kommunikationscharakteristika zumindest einer zweiten Datenverbindung, welche den Kommunikationsendpunkt der Anwendung vor der Verlagerung mit dem Kommunikationsendpunkt der Anwendung nach der Verlagerung verbindet, bestimmt. Danach werden die Kommunikationsendpunkte der Datenverarbeitungsanwendung und/oder bestimmten Kommunikationscharakteristika in eine Datenbank eingetragen.

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)

Beschreibung

Verfahren zum Verlagern von Datenverarbeitungsanwendungen von einer ersten Recheneinheit zu einer zweiten Recheneinheit

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verlagern von Datenverarbeitungsanwendungen von einer ersten Recheneinheit zu einer zweiten Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk mit einer Ethernet-artigen Bit-Übertragungsschicht und einer
10 IP-basierten Vermittlungsschicht.

Durch die voranschreitende Digitalisierung hält eine zunehmend steigende Anzahl von elektronischen Geräten und Funktionen auch in sicherheitskritischen, sicherheitsintensiven und zeitkritischen Anwendungsbereichen Einzug wie beispielsweise Leit-
15 techniken für Gebäude und Industrieanlagen, Verkehrs- und Energieinfrastruktur, Kraftfahrzeuge, Schienenfahrzeuge und Medizintechnik.

20 Dabei kommen zunehmend auch verteilte Rechnerarchitekturen, d.h. sich aus mehreren Recheneinheiten und weiteren Bestandteilen zusammensetzende Architekturen, die über eine physikalische Übertragungsschicht in einem Netzwerk verbunden sind, in Frage oder zum Einsatz. Die verteilten Recheneinheiten und Be-
25 standteile werden dabei üblicherweise mit kabelgebundenen oder kabellosen Datennetzwerken zur Datenkommunikation verbunden. Hierbei ist eine fortschreitende Entwicklung fort von statischen Bus-Systemen und starr festgelegten Netzwerkadressen hin zu Datennetzwerken und Systemfunktion, bei denen eine flexiblere
30 Topologie (und damit auch flexiblere Verbindungsmöglichkeiten und Adressierungsmöglichkeiten) sowie eine Flexibilisierung von Datenverarbeitungsanwendungen angestrebt wird. Beispielsweise die Ethernet-Technologie und verwandte Technologien sind häufig diskutierte Möglichkeiten, die als physikalische Übertra-
35 gungsschicht genutzt werden können.

Zwar sind verteilte Rechnerarchitekturen auf dem Gebiet von Servern und High Performance Computing bereits bekannt, jedoch bieten diese Gebiete keine Lösungen für die Problemstellung sicherheitskritischer, sicherheitsintensiver und zeitkritischer Funktionen: Hier stellen kurzzeitige Verbindungsabbrüche und das Anhalten von Teilrechnungen keine Schwierigkeit dar. Die Reaktionszeiten solcher Systeme sind um Größenordnungen zu langsam, um sicherheitskritische Funktionen zu erfüllen. Zudem verfügen sie zumeist über eine starre Topologie und sind auf eine Zentralinstanz angewiesen sowie zeichnen sich dadurch aus, dass sie sehr viel Platz und Energie für den Betrieb benötigend. Weiterhin sind damit zumeist hohe Anschaffungskosten verbunden.

Die gestiegenen Datenmengen und Anzahlen von beteiligten Netzwerkbestandteilen (sowohl Instanzen von Datenverarbeitungsanwendungen, d.h. Programme, als auch Geräte, d.h. Hardware) verlangt auch im Gebiet sicherheitskritischer, sicherheitsintensiver und zeitkritischer Funktionen zunehmend nach neuen Strategien, die Arbeitslast auf die beteiligten Geräte zu verteilen, sodass die Anforderungen möglichst effizient erfüllt werden.

In Folge der gestiegenen Anzahl von Datenverarbeitungsanwendungen, welche unter Umständen nicht gleichmäßig über die Zeit hinweg, sondern beispielsweise auch nur episodisch oder punktuell - und damit verbunden ggf. auch mit kurzfristig großen Spitzen von Datenströmen - umgehen können müssen, steigen auch zunehmend die Anforderungen an die ausführenden Datenverarbeitungsarchitekturen. Es zeichnet sich dabei als gangbarer Weg ab, eine bedarfsgerechte Verteilung von auszuführenden Datenverarbeitungsanwendungen einzelfallspezifisch in der jeweiligen konkreten Situation vorzunehmen.

Dabei tritt das Problem auf, dass aus konventionellen Rechnerarchitekturen bekannte Methoden zur Abarbeitung von Datenverarbeitungsanwendungen oder deren Anforderungen zumindest

Verbindungsabbrüche, Verbindungsunterbrechungen und/oder Zeitverzögerungen auftreten, wenn nicht sogar Schlimmeres.

Im Detail: Wenn eine Anwendung von einer Recheneinheit auf eine andere verlagert wird, ändern sich der Kommunikationsendpunkt der Anwendung und Kommunikationspfade von und zu der Anwendung. Damit einhergehende Verzögerungen oder Verbindungsabbrüche sind für eine sicherheitskritische, sicherheitsintensive oder zeitkritische Funktion nicht hinnehmbar.

Daher ist es eine Aufgabe der vorliegenden Anmeldung, ein Verfahren zu schaffen, mit welchem schnell (und unterbrechungsfrei) Datenverarbeitungsanwendungen von einer Recheneinheit auf eine andere Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk zur Ausführung verlagert werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

Es wird ein Verfahren zum Verlagern von Datenverarbeitungsanwendungen von einer ersten Recheneinheit zu einer zweiten Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk offenbart.

Das Verfahren zum Verlagern von Datenverarbeitungsanwendungen von einer ersten Recheneinheit zu einer zweiten Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk mit einer paketbasierten Bit-Übertragungsschicht und einer IP-basierten oder MOST-basierten Vermittlungsschicht umfasst zumindest folgende Verfahrensschritte, nämlich:

Zunächst wird das Verfahren gestartet. Dann wird eine Datenverarbeitungsanwendung über eine erste Datenverbindung von der ersten Recheneinheit zur zweiten Recheneinheit verlagert. Es werden Kommunikationscharakteristika zumindest einer zweiten Datenverbindung, welche den Kommunikationsendpunkt der Anwendung vor der Verlagerung mit dem Kommunikationsendpunkt der Anwendung nach der Verlagerung verbindet, bestimmt. Danach

werden die Kommunikationsendpunkte der Datenverarbeitungsanwendung und/oder bestimmten Kommunikationscharakteristika in eine Datenbank eingetragen.

- 5 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ermöglicht, dass Daten verlustfrei und fehlerfrei die verlagerte Datenverarbeitungsanwendung erreichen, wobei die Kommunikation einer dritten Instanz mit der Datenverarbeitungsanwendung, welche verlagert wird, unterbrechungsfrei fortgesetzt werden kann. Weiterhin wird
10 ermöglicht, dass die Verlagerung so abläuft, dass daraus keine für die dritte Instanz spürbaren Änderungen eintreten.

Dadurch, dass das erfindungsgemäße Verfahren sich der Möglichkeiten der unteren Netzwerkschichten, d.h. der der Anwendungsschicht fernen Netzwerkschichten, welche Hardware-Schichten oder Hardware-nahe Schichten sind, der Kommunikationsarchitektur bedient, sind Verlagerungen von Datenverarbeitungsanwendungen schneller möglich, als dies bei einem Verfahren der Fall wäre, welches in den oberen Netzwerkschichten,
15 d.h. den Software-Schichten oder Software-nahen Schichten, ansetzt.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass obwohl eine Datenverarbeitungsanwendung verschoben
25 wird, es ist nicht notwendig ist, eine gänzlich neue Kommunikationsstrecke aufzubauen. Vielmehr kann eine zur Kommunikation mit der von der Verlagerung betroffenen Anwendung bereits in Verwendung befindliche Kommunikationsstrecke zumindest teilweise weiter genutzt werden.

30 Ein anderer Vorteil des vorliegenden Verfahrens liegt darin, dass Datenverarbeitungsanwendungen, auch wenn sie auf andere Recheneinheiten verlagert wurden, weiterhin auffindbar und adressierbar sind.

35 Besondere Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die im hier vorgeschlagenen Verfahren erwähnten Recheneinheiten sind elektronische Recheneinheiten. Eine Recheneinheit kann beispielsweise ein einzelner Rechenkern oder Prozessorkern (Core), ein virtueller oder logischer Rechenkern (Thread), ein
5 Prozessor mit einem oder mehreren Kernen (Central Processing Unit, CPU), ein Rechnermodul oder Rechenknoten oder Rechner oder Server mit einem oder mehreren Prozessoren (Node), ein Steuergerät (Electronic Control Unit, ECU) mit einem oder mehreren Prozessoren oder mit einem oder mehreren Rechnermodulen, eine
10 mittels eines FPGA realisierte Recheninstanz oder eine mit einem oder mehreren Grafikprozessoren (GPU) realisierte Recheneinheit, beispielsweise eine GPGPU (General Purpose Computation on Graphics Processing Unit) oder ein Coprozessor, beispielsweise ein Streamprozessor, ein Kern oder Thread einer aus CPU und einem
15 oder mehreren Coprozessoren zusammengesetzten Recheneinheit (Accelerated Processing Unit APU) oder ein Mikrocontroller sein. Eine Recheneinheit kann zusätzlich ein oder mehrere Switches aufweisen. Eine Recheneinheit kann für spezifische Rechenaufgaben oder auch ohne spezifische Aufgaben für universelle
20 Rechenaufgaben vorgesehen sein.

Unter einem Datennetzwerk ist auch ein Rechnernetz zu verstehen.

Unter einem lokalen Datennetzwerk in einem Kraftfahrzeug ist ein
25 Datennetzwerk zu verstehen, das ortsfeste Netzwerkkomponenten in diesem Fahrzeug aufweist. So kann beispielsweise ein lokales Fahrzeugnetzwerk in Form eines lokalen Rechnernetzes LAN (LAN ist eine Abkürzung für den englischen Begriff local area network) im Fahrzeug realisiert sein. Man könnte auch lokales Fahrzeug-
30 netzwerk anstelle von lokales Datennetzwerk in einem Kraftfahrzeug sagen, wobei dann ein Datennetzwerk von einer Ausdehnung bedeutend kleiner als die typischen Ausdehnungen eines großräumigen Datennetzwerks (Auch Weitverkehrsnetz WAN genannt. WAN ist eine Abkürzung für den englischen Begriff wide area network.)
35 gemeint ist, das sich am Ort des Fahrzeugs befindet und höchstens wenige hundert Meter darüber hinaus für eine übliche Netzwerkkommunikation ausreichende Signalstärke aufweist. Ein

lokales Datennetzwerk in einem Kraftfahrzeug kann so gestaltet sein, dass darin nur eine Form von Bitübertragungsschichten vorkommt, z.B. in Form eines reinen Ethernet-Netzwerkes.

Weiterhin kann ein lokales Datennetzwerk in einem Kraftfahrzeug

5 so gestaltet sein, dass darin mehrere verschiedene Netzwerktypen zur Verwendung kommen, z.B. zwei oder mehrere aus der Auswahl Ethernet, FlexRay, LVDS und MOST. Weiterhin kann ein lokales Datennetzwerk in einem Kraftfahrzeug so gestaltet sein, dass es sowohl kabelbehaftete Netzwerkanteile, z.B. in Form eines
10 Ethernet-Netzwerkes, als auch Netzwerkteile aufweist, welche als Funknetzwerk gestaltet sind, z.B. als WLAN (WLAN ist eine Zusammenziehung der Abkürzung des englischen Begriffs „wireles“ für kabellos und der oben aufgeführten Abkürzung LAN) oder gemäß Bluetooth-Standard oder auch gemäß einer WiMAX-Technologie.

15 Dabei können zwar auch fahrzeugexterne Netzwerkteilnehmer und nicht im Fahrzeug verbaute Netzwerkteilnehmer wie beispielsweise mobile Geräte, z.B. Mobiltelefone, tragbare Computer oder Unterhaltungselektronik, Teil des lokalen Datennetzwerk des Fahrzeugs sein, doch ein lokales Datennetzwerk des Fahrzeugs
20 zeichnet sich in allen Varianten dadurch aus, dass es Netzwerkkomponenten aufweist, welche im Fahrzeug verbaut und eindeutig dem Fahrzeug zugeordnet sind.

Das hier vorgeschlagene Verfahren ist insbesondere für die
25 Verwendung in einem Kraftfahrzeug mit mehreren Recheneinheiten in einem lokalen Datennetzwerk vorgesehen. Aber auch Industrieanlagen kommen als Verwendungsgebiet in Frage.

Unter Datennetzwerk ist im Sinne der vorliegenden Anmeldung ein
30 Datennetzwerk zu verstehen, welches mindestens eine physikalische Netzwerkschicht (auch „Übertragungsschicht“ oder „Netzzugang“ genannt) und eine Vermittlungsschicht (auch „Netzwerkschicht“ genannt) mit Netzwerkprotokoll aufweist. Ein Beispiel für ein solches Datennetzwerk ist Ethernet als physikalische Netzwerkschicht mit dem Internet Protocol (IP) als
35 Netzwerkprotokoll der Vermittlungsschicht. Diese Beschreibung

ist von beispielhaftem Charakter und dient der Illustration, ohne jedoch das vorliegende Verfahren darauf zu beschränken.

Vermittlungskomponenten in einem Datennetzwerk können beispielsweise Switches (auch Multiportbridges: Netzwerkweichen bzw. Verteiler), Netzwerkrouter (auch einfach nur Router; Vermittlungsgeräte, die Netzwerkpakete weiterleiten können), drahtlose Zugangspunkte (Wireless Access Points) und WLAN-Router (d.h. Router für kabellose Netzwerke, welche beispielsweise eine Kombination aus Wireless Access Point, Switch und Router sein können) aber auch Netzwerkbrücken (Bridges), Repeater und/oder Hubs (auch Multiportrepeater) sein.

Kommunikationscharakteristika einer Datenverbindung sind beispielsweise: Parameter für das Tunnelprotokoll, Ursprungs-Kommunikationsendpunkt, Ziel-Kommunikationsendpunkt, Kommunikationslevel (welche überschritten werden, um vom alten zum neuen Kommunikationsendpunkt zu gelangen), zu verwendende Netzwerkkomponenten entlang des/der Kommunikationspfad/e, welche zur Vermittlung zwischen altem und neuen Endpunkt eingesetzt werden.

Ein Kommunikationsendpunkt kann beispielsweise ein sogenannter IP-Socket sein. Ein IP-Socket setzt sich aus einer IP-Adresse und einem Netzwerk-Port zusammen. Mittels Kommunikationsendpunkten können Datenverarbeitungsanwendungen mit anderen Datenverarbeitungsanwendungen kommunizieren. Ein Kommunikationsendpunkt kann aber auch über ein IP-Socket hinausgehende Informationen aufweisen. In diesem Fall wäre ein IP-Socket jedoch Bestandteil eines Kommunikationsendpunktes. Es sind darüber hinaus auch Kommunikationsendpunkte möglich, welche kein IP-Socket sind und auch keinen IP-Socket umfassen.

Eine Weiterbildung des vorliegenden Verfahrens besteht darin, zusätzlich zu den den Datenverarbeitungsanwendungen zugeordneten Kommunikationsendpunkten einen oder mehrere der folgenden Parameter in einer Datenbank abzulegen: Ausführungsdauer,

Ausführungspriorität, CPU-Instanz oder Hardwareanforderungen einer Datenverarbeitungsanwendung.

Das hier vorgeschlagene Verfahren ist auch ausführbar, wenn nicht
5 alle beteiligten Recheneinheiten das Verfahren ausführen können.
Vielmehr ist es ausreichend, wenn die Recheneinheit, von der eine
Datenverarbeitungsanwendung auf eine andere Recheneinheit
verlagert wird, das Verfahren beherrscht. Insbesondere ist es
also nicht notwendig, dass die Recheneinheit, auf die im Verlauf
10 des Verfahrens die Datenverarbeitungsanwendung verlagert wird,
das hier vorgeschlagene Verfahren beherrscht. Es ist aber auch
nicht hinderlich, wenn die empfangende Recheneinheit das
Verfahren beherrscht. Es ist weiterhin nicht notwendig, dass
15 dritte Recheneinheiten, von denen Ausgehend ein Zugriff auf die
zu verschiebende oder verschobene Datenverarbeitungsanwendung
erfolgt, das hier vorgeschlagene Verfahren zur Verlagerung
ausführen können.

Die erste Datenverbindung muss mindestens eine physikalische
20 Datenverbindung umfassen.

Ein typischer Fall, in dem ein hier vorgeschlagenes Verfahren
ausgeführt werden kann, ist beispielsweise gegeben, wenn eine
Recheneinheit in einer gegebenen Situation nicht ausreichend
25 Rechenressourcen für das Ausführen einer bestimmten Daten-
verarbeitungsanwendung zur Verfügung hat oder abzusehen ist bzw.
geschätzt werden kann, dass eine derartige Situation in der
Zukunft eintreten wird oder eintreten kann.

30 Die Wirkung des hier vorgeschlagenen Verfahrens auf eine dritte,
ggf. externe Datenverarbeitungsanwendung kann einschließen,
dass es für diese Datenverarbeitungsanwendung auch nach dem
Verlagern einer anderen Anwendung so aussieht, als würde die
verlagerte Anwendung weiterhin auf der ursprünglichen Re-
35 cheneinheit ausgeführt. Im Sinne der Konsistenz und der Ver-
lässlichkeit von Anwendungen ergeben sich dadurch Vorteile.

Die Dauer der Verlagerung mittels des hier vorgeschlagenen Verfahrens kann beispielsweise 100 ms betragen.

Unter einer minimalen Dienstgüte, welche eingehalten oder
5 übertroffen werden kann, ist die Einhaltung von einzelnen oder mehreren der folgenden Qualitätsanforderungen an die Netzkommunikation zu verstehen: Anforderungen an die Latenz (auch Latenzzeit, das ist die Verzögerung der Ende-zu-Ende-Übertragung) der Kommunikation, Anforderungen in
10 Bezug auf die Quote von gesendeten Paketen pro Zeit oder die Quote von gesendeten Paketen im Verhältnis zu empfangenen Paketen, Anforderungen an Obergrenzen für Paketverlust oder eine Paketverlustrate (packet loss), Anforderungen an den minimalen Datendurchsatz (d.h. die pro Zeit übertragene Datenmenge) / die
15 minimale Datenrate, Anforderungen an die maximal zulässige Varianz der Laufzeit von Datenpaketen (Jitter). Als Anforderung für die minimale Dienstgüte, welche eingehalten oder übertroffen werden soll, kann für die Latenz beispielsweise angefordert sein, dass die Latenz eines neuen Kommunikationspfads zu einer Datenverarbeitungsanwendung nach deren Verlagerung nicht größer
20 ist als die Latenz eines Kommunikationspfades zu der Datenverarbeitungsanwendung vor deren Verlagerung. Hierzu kann es beispielsweise erforderlich sein (wegen eines evtl. längeren Weges) zusätzliche Mechanismen zu nutzen wie beispielsweise eine
25 direkte Weiterleitung von Datenframes ohne Prüfung des Frames (Datenframes bestehen aus Ziel- und Quell-Hardware-Adresse, Datenfluss-Steuerinformationen, Prüfsummen zur Integritätsprüfung und Nutzdaten), eine Änderung der Priorität der Datenpakete, abweichende Traffic-Shaper bzw. abweichendes
30 Traffic-Shaping (unter Traffic-Shaping versteht man eine Art der Warteschlangenverwaltung) als auf dem anderen Pfad. Beispielsweise kann eine Latenz von maximal 2 ms über 7 Hops (Als Hops bezeichnet man den Kommunikationspfad in Datennetzwerken, der zwischen zwei Netzwerkgeräten oder Netzwerkkomponenten
35 liegt.) für AVB-Mechanismen (AVB steht für Audio/Video Bridging) oder 100 μ S über 5 Hops für TSN-Mechanismen (TSN steht für Time Sensitive Networking) gefordert sein. Eine Güteanforderung an

die Quote kann beispielsweise dergestalt sein, dass die Quote oder die Quote beim Sender nach der Verlagerung identisch mit der Quote vor der Verlagerung sein muss. Andernfalls könnte beispielsweise eine Verzögerung und demzufolge eine Anhäufung von Datenpaketen erfolgen. Auch in Hinsicht auf die Kriterien Datendurchsatz, Datenrate, Jitter und Paketverlustrate kann beispielsweise als Güteanforderung verlangt sein, dass diese Kriterien im Einzelnen oder auch in beliebigen Kombinationen nach der Verlagerung den gleichen Anforderungen genügen wie vor der Verlagerung. Beispielsweise kann auch eine Anforderung lauten, dass nach der Verlagerung nicht höhere Übertragungsgeschwindigkeiten erreicht werden als vor der Verlagerung. Als Maßnahmen zur Einhaltung von definierten Güteanforderungen kann beispielsweise zum Einsatz kommen: Dass die Gütecharakteristika des Kommunikationspfades vor der Verlagerung ermittelt werden (Latenz, Jitter, Zeitsynchronisationsgenauigkeit, Bitfehler-rate, tolerierbare Paketverlustrate, ob eine Anforderung von verloren gegangenen Paketen möglich ist, ...), eine Erhöhung der Datenrate, beispielsweise von 100 Mbit/s auf 1000 Mbit/s, ein abweichendes Weiterleitungsverfahren in Vermittlungskomponenten (beispielsweise „Cut-Through“ statt „Store&Forward“), eine Vergabe einer abweichenden Netzwerkpriorität an Datenpakete oder Datenframes, eine Änderung in Bezug auf das Traffic-Shaping.

Unter einem Kommunikationsendpunkt sind diejenigen Informationen zu verstehen, die eine Datenverarbeitungsanwendung zur Adressierung beispielsweise einer anderen Datenverarbeitungsanwendung braucht. Solche Informationen können beispielsweise Netzwerkadressdaten, Netzwerk-Ports, Software-Ports und Software-Sockets sein.

Als lokales Datennetzwerk mit einer paketbasierten Bit-Übertragungsschicht kommen beispielsweise Ethernet, FlexRay, MOST (kurz für: Media Oriented Systems Transport), LVDS, WiFi oder auch Kombinationen aus verschiedenen Übertragungsschicht-Protokollen, wie z.B. Ethernet und FlexRay, in Frage. Im Allgemeinen kommen auch alle Arten von Ethernet-artigen

Bit-Übertragungsschichten in Frage. Unter Ethernet-artigen sind mit Ethernet ähnliche Technologien zu verstehen.

Bei einer Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die
5 Datenverarbeitungsanwendung nicht auf eine andere Recheneinheit
verlagert, sondern innerhalb der Recheneinheit verlagert. In
diesem Fall sind die erste und die zweite Recheneinheit also
identisch. Solche Fälle können wirken, als handele es sich
tatsächlich um eine Verlagerung von einer ersten auf eine zweite,
10 physikalisch separate Recheneinheiten, wenn beispielsweise
mehrere Ausführungsumgebungen auf einer Recheneinheit ausge-
führt werden oder mehrere Betriebssysteme oder mehrere virtuelle
Recheneinheiten hardwareseitig oder softwareseitig simuliert
oder emuliert werden.

15 Unter einer IP-basierten Vermittlungsschicht ist eine Ver-
mittlungsschicht zu stehen, welche das Internet Protocol (kurz:
IP) als Netzwerkprotokoll einsetzt.

20 Bei einer Reservierung eines Kommunikationspfades für eine
Datenverbindung wird diese Reservierung, deren Parameter und /
oder die zu reservierenden Kapazitäten an eine, mehrere oder alle
Vermittlungskomponenten entlang des/der Kommunikationspfade/s
kommuniziert. Dabei werden bereits bestimmte Kommunikations-
25 charakteristika berücksichtigt und es werden die Kapazitäten
gemäß den bestimmten Kommunikationscharakteristika reserviert.

Das erfindungsgemäße Verfahren erfüllt die besonderen Anfor-
derungen bezüglich Geschwindigkeit des Aufbaus einer Netz-
30 werkverbindung, Geschwindigkeit von Datenübertragungen, einer
hohen Zuverlässigkeit der Netzwerkverbindungen die für eine
Verwendung in einem Kraftfahrzeug gefordert sind. Eine weitere
besondere Anforderung für die Verwendung in einem Kraftfahrzeug,
die von erfindungsgemäßen Verfahren erfüllt wird, liegt darin,
35 einen geringen Energieverbrauch der Netzwerkteilnehmer zu
ermöglichen.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die gesamte Datenverarbeitungsanwendung und gegenwärtige Ausführungsparameter der Datenverarbeitungsanwendung übermittelt oder es werden zum

5 Verlagern der Datenverarbeitungsanwendung gegenwärtige Ausführungsparameter der Datenverarbeitungsanwendung übermittelt. Ein besonderer Vorteil davon, nur die gegenwärtigen Ausführungsparameter einer Datenverarbeitungsanwendung zu übertragen liegt darin, dass die für die Übertragung anfallende Datenmenge

10 kleiner ist, als im Fall von einer Übertragung auch der Datenverarbeitungsanwendung selbst. In manchen Fällen kann die Übertragung nur der gegenwärtigen Ausführungsparameter die Übertragungsvariante mit dem kleinsten oder kleinstmöglichen Datenanfall sein. In manchen Fällen kann in der Übertragung nur

15 der gegenwärtigen Ausführungsparameter das Minimum liegen, das mindestens für eine sinnvolle und / oder funktionierende Übertragung einer Datenverarbeitungsanwendung notwendig ist. Vorteile einer geringen zu übertragenden Datenmenge liegen in geringen Anforderungen an verfügbare Datenübertragungsband-

20 breite und / oder einer geringen Übertragungsdauer oder aber es kann auch einer geringeren Priorisierung der Übertragung ermöglichen, d.h. in den Prioritäten nach unten rücken. Ein besonderer Vorteil einer Gestaltung, die beide Fälle, d.h. die Übertragung nur der Gegenwärtige Ausführungsparameter oder aber

25 die Übertragung der gesamten Datenverarbeitungsanwendung und der gegenwärtigen Ausführungsparameter gestattet, ermöglicht eine Auswahl der Übertragungsvariante, beispielsweise anhand von äußeren Umständen wie zur Verfügung stehender Datenbandbreite für die Übertragung oder maximale Übertragungsdauer oder aber

30 auch die Datenverarbeitungsanwendung auf eine Recheneinheit zu übertragen, die bis zur Übertragung nicht über die Datenverarbeitungsanwendung verfügte. Ein besonderer Vorteil einer Übertragung nur der gegenwärtigen Ausführungsparameter kann darin liegen, dass eine verlagerte Datenverarbeitungsanwendung

35 ohne Zeitverlust weiter ausgeführt werden kann. Ein besonderer Vorteil einer Übertragung der gegenwärtigen Ausführungsparameter und der Datenverarbeitungsanwendung kann darin liegen,

dass eine Ausführung der Datenverarbeitungsanwendung definiert neugestartet werden kann.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die zweite Datenverbindung eine Tunnelverbindung, welche den Kommunikationsendpunkt der Anwendung vor der Verlagerung mit dem Kommunikationsendpunkt der Anwendung nach der Verlagerung mittels Datenkapselung verbindet. Besondere Vorteile können entstehen, wenn eine Tunnelverbindung bereits besteht, bevor sie benötigt wird. Dadurch kann ohne zusätzliche Verzögerung auf diese Tunnelverbindung gewechselt werden, sobald sie benötigt wird. Ein weiterer besonderer Vorteil kann in einer Erhöhung der Sicherheit liegen, denn eine Tunnelverbindung stellt eine abgesicherte Ende-zu-Ende-Verbindung dar.

In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zur Etablierung der Tunnelverbindung ein Tunnelprotokoll, das Angaben zur Datenkapselung aufweist, erstellt.

Ein besonderer Vorteil einer Erstellung eines Tunnelprotokolls zur Etablierung einer Tunnelverbindung liegt darin, dass für eine Instanz, welche Daten zur verlagerten Datenverarbeitungsanwendung sendet und deren Daten über die Tunnelverbindung transportiert werden, die Entstehung des Tunnels zu keinen Veränderungen führt, weil die sendende Instanz zur Aufrechterhaltung der Kommunikation keine neue Kommunikationsverbindung aufbauen muss, sondern wie zuvor weiter senden kann.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden bei der Erstellung der Tunnelverbindung die ermittelten Kommunikationscharakteristika berücksichtigt.

Dadurch kann besonders vorteilhaft ermöglicht werden, eine optimale Dienstgüte der zweiten Datenverbindung zu gewährleisten, die für die Tunnelverbindung zu verwendenden Netzwerkkomponenten und / oder Dienstgütemerkmale auf verbesserte

Weise auszuwählen oder eine mögliche zusätzliche Redundanz bei der Kommunikation der Tunnelverbindung zu schaffen, indem beispielsweise ein mehrfaches Senden von Datenpaketen erfolgt.

- 5 Bei einer anderen besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt eine Eintragung der Merkmale der Tunnelverbindung in die Datenbank.
Ein besonderer Vorteil hierbei kann darin liegen, dass die Merkmale einer Tunnelverbindung auch bei Fehlern oder Störungen
10 oder Resets weiter verfügbar sein können und nicht erneut ermittelt werden müssen.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt die Datenbank auf der ersten
15 Recheneinheit vor.
Dadurch wird besonders vorteilhaft ermöglicht, dass die zweite Datenverbindung und / oder eine mögliche Tunnelverbindung lokal von der ersten Recheneinheit aus gesteuert werden kann.

- 20 Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird für die zweite Datenverbindung ein Kommunikationspfad gemäß den bestimmten Kommunikationscharakteristika reserviert.
Durch das Reservieren eines Kommunikationspfades wird besonders
25 vorteilhaft ermöglicht, dass eine Datenübertragung über die zweite Datenverbindung gesichert wird. Dieser Vorteil zeigt sich weiterhin darin, dass eine Datenübertragung über eine zweite Datenverbindung ermöglicht wird, obwohl die zweite Datenverbindung in dieser Form nicht im Voraus geplant gewesen ist,
30 sondern erst unter bestimmten Umständen aufgebaut wird.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens verlaufen die erste Datenverbindung und die zweite Datenverbindung zumindest teilweise über
35 den gleichen Kommunikationspfad.
Da die Übertragungsdauer über den gleichen Kommunikationspfad bereits aus der ersten Datenverbindung bekannt ist, ist er

besonders vorteilhaft somit auch für die zweite Datenverbindung bekannt. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass zumindest über den Teil der Kommunikationspfade, der für die erste und die zweite Datenverbindung gleich ist, eine zu erwartende Integrität der Daten während einer Datenübertragung hoch ist.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Kommunikationscharakteristika der zweiten Datenverbindung bestimmt und in die Datenbank eingetragen, bevor die Anwendung verlagert wird. Dadurch wird besonders vorteilhaft ermöglicht, einerseits die Verlagerung vorausschauend zu planen und andererseits die Kommunikationscharakteristika der zweiten Datenverbindung unmittelbar mit der Verlagerung bereits verfügbar zu haben.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die über die zweite Datenverbindung übertragenen Daten zumindest über eine Teilstrecke der Verbindung hinweg verschlüsselt übertragen. Dadurch wird besonders vorteilhaft ermöglicht, die eine erhöhte Sicherheit über die verschlüsselte Strecke zu gewährleisten, wodurch potentiellen Angreifern das unerwünschte Lesen der übertragenen Daten auf der verschlüsselten Strecke erschwert wird.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens hält die zweite Datenverbindung über den Zeitraum ihrer Aktivität hinweg mindestens eine vorbestimmte minimale Dienstgüte ein oder übertrifft diese. Dadurch wird besonders vorteilhaft ermöglicht, beispielsweise eine zeitliche Obergrenze beispielsweise für eine erfolgreiche Übertragung einer vorbestimmten Datenmenge zu ermitteln und somit diese besser zu planen.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die zweite Datenverbindung über den Zeitraum ihrer Aktivität hinweg mindestens eine

vorbestimmte minimale Dienstgüte einhält oder übertrifft, sichern alle Vermittlungskomponenten entlang der Kommunikationspfade der zweiten Datenverbindung die Einhaltung der vorbestimmten minimalen Dienstgüte zu. Dadurch wird besonders vorteilhaft ermöglicht, eine Kommunikation entlang dieser Pfade besser zu planen und somit eine erfolgreiche Ausführung von Datenverarbeitungsanwendungen und Kommunikationsvorgängen über bestimmte Zeiträume zu gewährleisten.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Instanz der Datenverarbeitungsanwendung auf der ersten Recheneinheit inaktiviert, sobald die zweite Datenverbindung in die Datenbank eingetragen ist. Dadurch wird besonders vorteilhaft ermöglicht, die zuvor durch die Instanz der Datenverarbeitungsanwendung auf der ersten Recheneinheit verwendeten Ressourcen, beispielsweise Rechenkapazitäten, für eine andere Verwendung freizugeben, weiterhin einen beispielsweise Controller der Recheneinheit zu entlasten, elektrische Energie einzusparen, weil die Instanz nicht weiter aktiv ist, und ggf. eine Diagnose der inaktivierten Instanz auszuführen.

Bei einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Datenverarbeitungsanwendung zurück auf die erste Recheneinheit verlagert, wenn die zweite Datenverbindung nicht aktiv ist. Da die ursprünglich zur Ausführung der Datenverarbeitungsanwendung geplante Recheneinheit die erste Recheneinheit ist, stellt eine Rückverlagerung eine Rückkehr zum Ausgangszustand dar. Besondere Vorteile bestehen dabei darin, dass dieser Zustand möglicherweise besser getestet ist und dass möglicherweise die Leistungsfähigkeit einer Datenverarbeitungsanwendung ohne eine Weiterleitung an eine zweite Recheneinheit leistungsfähiger ist.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden Datenverarbeitungsanwendungen, welche innerhalb der gegenwärtigen Recheneinheit ausgeführt

werden, genauso behandelt wie auf eine andere Recheneinheit verlagerte Datenverarbeitungsanwendungen. Das bedeutet, dass auch in der gegenwärtigen Recheneinheit ausgeführte Datenverarbeitungsanwendungen in die Datenbank eingetragen werden.

5 Daraus ergeben sich die besonderen Vorteile, dass besser planbares Timing bei der Kommunikation mit allen Anwendungen möglich ist und nicht verlagerte Anwendungen identisch zu verlagerten Anwendungen angesprochen werden können, mithin sogar identisches Timing für verlagerte und in der gegenwärtigen
10 Recheneinheit ausgeführte Anwendungen erreicht werden kann.

Eine weitere besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem lokalen Datennetzwerk in einem Kraftfahrzeug ausgeführt. Dadurch wird besonders
15 vorteilhaft ermöglicht, für die Ausführung eines Kraftfahrzeugs relevante Datenverarbeitungsanwendungen zu verlagern.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert, wobei gleiche oder ähnliche Elemente mit
20 denselben Bezugszeichen versehen sind. Es zeigt:

Figur 1 ein schematisches Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Verlagerung einer Datenverarbeitungsanwendung,
25

Figur 2 ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens bei dem außerdem ein Tunnelprotokoll erstellt wird aufweisend eine Erstellung eines Tunnelprotokolls,

30 Figur 3 ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens aufweisend eine mögliche Rückverlagerung auf die ursprüngliche Recheneinheit,

Figur 4 ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens aufweisend detaillierte Teilschritte bezüglich der Ermittlung von Kommunikationscharakteristika sowie
35

optional eine mögliche Reservierung eines Kommunikationspfades und optional eine Erstellung eines Tunnelprotokolls.

Figur 5 eine schematische Darstellung der Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 1 zeigt ein Verfahren zum Verlagern von Datenverarbeitungsanwendungen von einer ersten Recheneinheit zu einer zweiten Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk mit einer paketbasierten Bit-Übertragungsschicht und einer IP-basierten oder MOST-basierten Vermittlungsschicht in einem schematischen Ablaufdiagramm. Dabei wird das Verfahren zunächst gestartet 110. Im nächsten Schritt 130 wird eine Datenverarbeitungsanwendung über eine erste Datenverbindung von der ersten Recheneinheit zur zweiten Recheneinheit verlagert. Darauf folgend werden Kommunikationscharakteristika zumindest einer zweiten Datenverbindung, welche den Kommunikationsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung vor der Verlagerung mit dem Kommunikationsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung nach der Verlagerung verbindet, bestimmt 150. Danach werden die Kommunikationsendpunkte der Datenverarbeitungsanwendung und/oder die Kommunikationscharakteristika in eine Datenbank eingetragen 170.

Figur 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren bei dem außerdem ein Tunnelprotokoll erstellt wird 165 in einem schematischen Ablaufdiagramm. Hierbei wird zusätzlich zwischen dem Bestimmen der Kommunikationscharakteristika 150 und dem Eintragen der Kommunikationsendpunkte der Datenverarbeitungsanwendung und/oder der Kommunikationscharakteristika in eine Datenbank 170 zusätzlich ein Tunnelprotokoll erstellt 165. Das Tunnelprotokoll kann beispielsweise Angaben zur Datenkapselung aufweisen. Bei der Erstellung der Tunnelverbindung können die ermittelten Kommunikationscharakteristika berücksichtigt werden.

Figur 3 zeigt das schematische Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem eine Rückverlagerung der

Anwendung 230, d.h. die erneute Verlagerung der zuvor verlagerten Datenverarbeitungsanwendung von der zweiten Recheneinheit zurück auf die erste Recheneinheit, möglich ist. Dazu wird nach dem Eintragen der Kommunikationsendpunkte der Datenverarbeitungsanwendung und/oder der Kommunikationscharakteristika in eine Datenbank 170 zunächst überprüft 210, ob die zweite Datenverarbeitung aktiv ist oder noch aktiv ist. Wenn die zweite Datenverbindung noch aktiv ist, verbleibt die Datenverarbeitungsanwendung in ihrem verlagerten Zustand 220. Wenn die zweite Datenverbindung nicht aktiv ist, wird die verlagerte Datenverarbeitungsanwendung zurück auf die erste Recheneinheit verlagert 230. Alternativen des Verfahrens sind denkbar, bei denen die Datenverarbeitungsanwendung auf andere Recheneinheiten als die erste oder die zweite Recheneinheit verlagert wird. Die Überprüfung, ob die zweite Datenverbindung aktiv ist oder nicht, kann einmalig oder wiederholt erfolgen. Die Überprüfung kann aber auch von bestimmten Auslösern abhängen, welche beispielsweise in einem Datenverarbeitungsprogramm vorgesehen sind oder festgelegt werden können. Weiterhin sind Alternativen des Verfahrens denkbar, bei denen in Abhängigkeit von anderen Kriterien als der Aktivität der zweiten Datenverbindung eine weitere Verlagerung der Anwendung erfolgt. Solche Kriterien können beispielsweise die Aktivität der Datenverarbeitungsanwendung, die Relevanz oder Priorität der Datenverarbeitungsanwendung, die Rechenauslastung der ersten, der zweiten oder weiterer Recheneinheiten, Engpässe oder Kapazitätsverteilungsgegebenheiten im Datennetzwerk sein.

Figur 4 zeigt ein erfindungsgemäßes Verfahren mit optionalen, detaillierten Teilschritten bezüglich der Ermittlung von Kommunikationscharakteristika sowie, optional, eine mögliche Reservierung eines Kommunikationspfades und, außerdem optional, eine Erstellung eines Tunnelprotokolls in einem schematischen Ablaufdiagramm. Hierbei ist der Verfahrensschritt, in dem Kommunikationscharakteristika zumindest einer zweiten Datenverbindung, welche den Kommunikationsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung vor der Verlagerung mit dem Kommunikati-

onsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung nach der Verla-
gerung verbindet, beispielhaft in mögliche Unterschritte
aufgeteilt: Zunächst wird überprüft 151, ob die Datenverar-
beitungsanwendung auf eine Recheneinheit mit einer abweichenden
5 Netzwerkadresse verlagert wird. Hierbei kann dazwischen un-
terschieden werden, ob es sich um eine Netzwerkadresse im
gleichen Subnetz (Das Subnetz ist eine beispielsweise bei
IP-Adressen übliche Unterteilung des Adressraumes) wie das der
ersten Recheneinheit handelt. Es kann sich um die gleiche
10 Netzwerkadresse handeln, beispielsweise wenn mehrere virtuelle
Recheneinheiten auf der gleichen physischen Hardware ausgeführt
werden. Wird auf eine zweite Recheneinheit mit einer abweichenden
Netzwerkadresse verlagert, so wird die zweite Recheneinheit
bestimmt und die Netzwerkadresse des Verlagerungszieles be-
15 stimmt, d.h. die Netzwerkadresse nach der Verlagerung 152. In
einem nächsten Schritt wird der Kommunikationsendpunkt, der der
Anwendung nach deren Verlagerung zugeordnet ist, bestimmt 153.
Man könnte diesen Kommunikationsendpunkt auch den
Ziel-Kommunikationsendpunkt nennen, im Unterschied zum Kom-
20 munikationsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung vor deren
Verlagerung, den man auch als den Start-Kommunikationsendpunkt
bezeichnen kann: Die Verlagerung erfolgt in dieser Nomenklatur
derart, dass einer Datenverarbeitungsanwendung vor ihrer
Verlagerung der Start-Kommunikationsendpunkt zugeordnet ist und
25 nach ihrer Verlagerung der Ziel-Kommunikationsendpunkt. Ein
Kommunikationsendpunkt eine Netzwerkadresse Adresse enthalten.
Eine Netzwerkadresse kann eine Adresse mit einem Netzwerkport
oder ohne Netzwerkport sein. Weiterhin kann ein Kommunikati-
onsendpunkt ein Socket enthalten, welches beispielsweise einer
30 Datenverarbeitungsanwendung von einem Betriebssystem bei-
spielsweise einer Recheneinheit zugewiesen werden kann. In einem
nächsten Schritt kann bestimmt werden, welche Netzwerkschichten
von der zweiten Datenverbindung durchschritten werden 154. In
anderen Worten: Es kann bestimmt werden, welche Netzwerk-
35 schichten des Datennetzwerks durchschritten werden, um vom
Kommunikationsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung vor
deren Verlagerung zum Kommunikationsendpunkt der Datenverar-

beitungsanwendung nach deren Verlagerung zu gelangen. Unter Netzwerkschichten kann man beispielsweise die verschiedenen Schichten eines Datennetzwerks ansehen, beispielsweise wenn man ein Netzwerk mithilfe Begriffe eines Schichtenarchitektur-Modells beschreibt. Vorzugsweise kann anhand des OSI-Modells (Die Abkürzung OSI steht für den englischen Begriff „Open Systems Interconnection“. Das Modell wird üblicherweise im Englischen als „Open Systems Interconnection Model“ bezeichnet.) bestimmt werden, welche Netzwerkschichten des Datennetzwerks durch-

5 schritten werden. In einem nächsten Schritt können Vermittlungskomponenten entlang des/der Kommunikationspfade/s der zweiten Datenverbindung bestimmt werden 155. Vermittlungskomponenten sind, wie oben beschrieben, beispielsweise Router oder Switches. Dabei können alle Komponente eines Pfades bestimmt

10 werden oder auch nur die Komponenten, welche technisch in der Lage sind, eine Maßnahme zur Gewährleistung einer Dienstgüteanforderung umzusetzen, beispielsweise eine Reservierung eines Kommunikationspfades oder die Reservierung einer gewissen Datenübertragungsbandbreite für eine bestimmte Datenverar-

15 beitungsanwendung. Die Komponenten können entlang eines Kommunikationspfades oder auch entlang mehrerer in Frage kommender Pfade bestimmt werden. In einem nächsten Schritt können Kommunikationsparameter der zweiten Datenverbindung bestimmt werden 156. Beispiele für solche Kommunikationsparameter können

20 Datenrate, Latenz, Priorität der Kommunikation, Jitter, Packet Loss, (geplante oder tatsächliche) Verbindungsdauer, Datenmenge, Anzahl der Pfade, Redundanz der Pfade, Bitfehlerrate, Datenframe-Größe und Synchronisationsgenauigkeit sein. Auf diesen Schritt kann direkt der Schritt der Eintragung in die

25 Datenbank 170 folgen. Es kann aber auch als nächster Schritt eine optionale Reservierung des neuen Kommunikationspfades erfolgen, wobei die ermittelten Kommunikationscharakteristika berücksichtigt werden 160. Auf den Schritt der Reservierung des Kommunikationspfades kann nun wieder direkt der Schritt der

30 Eintragung in die Datenbank 170 folgen oder es kann optional als weiterer Zwischenschritt eine Erstellung eines Tunnelprotokolls

35

erfolgen 165, wobei zumindest teilweise die ermittelten Kommunikationscharakteristika berücksichtigt werden können.

In Figur 5 wird die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand einer schematischen Darstellung beispielsweise für eine externe, dritte Datenverarbeitung DVA_x, welche auf einer externen dritten Recheneinheit RE_x ausgeführt wird, illustriert. Dabei kann extern sowohl bedeuten, dass sich die dritte Recheneinheit (und damit auch die dritte Datenverarbeitungsanwendung) im lokalen Fahrzeugnetzwerk als auch in einer vom Fahrzeug entfernten Anordnung, beispielsweise auf einem Server oder in einer Datencloud. Die dritte Datenverarbeitungsanwendung hat mit der Datenverarbeitungsanwendung DVA (nicht gezeigt) kommuniziert, welche auf der Recheneinheit RE1 mit Datenbank DB(RE1) ausgeführt wurde. Die Datenverarbeitungsanwendung DVA (nicht gezeigt) wurde von der ersten Recheneinheit RE1 auf die zweite Recheneinheit RE2 mit einer Datenbank DB(RE2) verlagert. Zwischen der ersten Recheneinheit RE1 und der zweiten Recheneinheit RE2 besteht eine Tunnelverbindung mit einem Kommunikationsendpunkt Tu1 auf der ersten Recheneinheit RE1 und einem Kommunikationsendpunkt Tu2 auf der zweiten Recheneinheit RE2, wobei die Tunnelverbindung die Kommunikationsendpunkte der Datenverarbeitungsanwendung DVA (nicht gezeigt) vor ihrer Verlagerung und der Datenverarbeitungsanwendung DVA' nach ihrer Verlagerung miteinander verbindet. Wenn nun die externe dritte Datenverarbeitungsanwendung nach der Verlagerung der Datenverarbeitungsanwendung DVA' mit der verlagerten Datenverarbeitungsanwendung DVA' kommuniziert, wird sie durch die Tunnelverbindung vom Kommunikationsendpunkt Tu1 vor der Verlagerung auf der ersten Recheneinheit weitergeleitet und gelangt zum Kommunikationsendpunkt Tu2 nach der Verlagerung auf der zweiten Recheneinheit RE2. Auf diese Weise ermöglicht ein erfindungsgemäßes Verfahren schnell (und unterbrechungsfrei) eine Datenverarbeitungsanwendung von einer Recheneinheit auf eine andere Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk zu verlagern. Dabei ist eine Verlagerung so zu verstehen, dass die verlagerte Datenverarbeitungsanwendung auf

den beteiligten Recheneinheiten ausgeführt wird oder zumindest ausgeführt werden kann. Bestimmte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglichen zudem die Einhaltung von bestimmten Dienstgüteanforderungen. Dadurch kann ermöglicht werden, dass die Dienstgüteanforderungen vor der Verlagerung der Datenverarbeitungsanwendung auch nach der Verlagerung noch erfüllt werden. Und es kann ermöglicht werden, dass für die externe, dritte Datenverarbeitungsanwendung die Verlagerung ohne negative Folgen erfolgt. Dabei kann beispielsweise eine externe dritte Kommunikationsverbindung KV_x aus der Sicht einer externen dritten Recheneinheit RE_x oder einer externen dritten Datenverarbeitungsanwendung DVA_x als vor und nach einer erfindungsgemäßen Verlagerung einer Datenverarbeitungsanwendung identisch wahrgenommen werden, weil mithilfe der Tunnelverbindung vom Kommunikationsendpunkt Tu1 auf der ersten Recheneinheit RE1 zum Kommunikationsendpunkt Tu2 auf der zweiten Recheneinheit RE2 eine Tunnelkommunikationsverbindung KV_t eine Weiterleitung bewirkt. Somit könnte es für eine externe dritte Recheneinheit RE_x und / oder eine externe dritte Datenverarbeitungsanwendung DVA_x so erscheinen, als kommunizierten sie auch nach einer Verlagerung einer Datenverarbeitungsanwendung DVA (nicht gezeigt) von einer ersten Recheneinheit RE1 auf eine zweite Recheneinheit RE2 weiterhin mit der Recheneinheit RE1, wobei diese nur noch als Weiterleitungsstelle agiert und die verlagerte Datenverarbeitungsanwendung DVA' tatsächlich nach der Verlagerung auf der zweiten Recheneinheit RE2 liegt. Dabei kann die Weiterleitung durch das Zusammenwirken von Tunnelverbindungen und Datenbanken erfolgen. Dabei kann beispielsweise auf der ersten Recheneinheit ein Umverpacken von eingehenden Datenframes zur Weiterleitung an die Datenverarbeitungsanwendung DVA' nach deren Verlagerung erfolgen. In einer anderen Variante sind die externe dritte Recheneinheit RE_x und / oder eine externe dritte Datenverarbeitungsanwendung DVA_x dazu in der Lage, zu erkennen, auf welcher Recheneinheit eine Datenverarbeitungsanwendung ausgeführt ist und / oder ob eine Verlagerung stattgefunden hat.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verlagern von Datenverarbeitungsanwendungen von einer ersten Recheneinheit zu einer zweiten Recheneinheit in einem lokalen Datennetzwerk mit einer paketbasierten Bit-Übertragungsschicht und einer IP-basierten oder MOST-basierten Vermittlungsschicht, umfassend zumindest folgende Verfahrensschritte, nämlich:
 - a. Das Verfahren wird gestartet,
 - 10 b. eine Datenverarbeitungsanwendung wird über eine erste Datenverbindung von der ersten Recheneinheit zur zweiten Recheneinheit verlagert,
 - c. Kommunikationscharakteristika zumindest einer zweiten Datenverbindung, welche den Kommunikationsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung vor der Verlagerung mit dem Kommunikationsendpunkt der Datenverarbeitungsanwendung nach der Verlagerung verbindet, werden bestimmt,
 - 15 d. die Kommunikationsendpunkte der Datenverarbeitungsanwendung und/oder die Kommunikationscharakteristika werden in eine Datenbank eingetragen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei
 - a. die gesamte Datenverarbeitungsanwendung und gegenwärtige Ausführungsparameter der Datenverarbeitungsanwendung übermittelt werden
 - 25 oder
 - b. wobei zum Verlagern der Datenverarbeitungsanwendung gegenwärtige Ausführungsparameter der Datenverarbeitungsanwendung übermittelt werden.
 - 30
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zweite Datenverbindung eine Tunnelverbindung ist, welche den Kommunikationsendpunkt der Anwendung vor der Verlagerung mit dem Kommunikationsendpunkt der Anwendung nach der Verlagerung mittels Datenkapselung verbindet.
- 35

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei zur Etablierung der Tunnelverbindung ein Tunnelprotokoll, das Angaben zur Datenkapselung aufweist, erstellt wird.
- 5 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei bei der Erstellung der Tunnelverbindung die ermittelten Kommunikationscharakteristika berücksichtigt werden.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 - 5, wobei eine Eintragung der Merkmale der Tunnelverbindung in die Datenbank erfolgt.
- 15 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Datenbank auf der ersten Recheneinheit vorliegt.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei allen beteiligten Recheneinheiten eine Kopie der Datenbank vorliegt.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei für die zweite Datenverbindung ein Kommunikationspfad gemäß den bestimmten Kommunikationscharakteristika reserviert wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die erste Datenverbindung und die zweite Datenverbindung zumindest teilweise über den gleichen Kommunikationspfad verlaufen.
- 30 11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kommunikationscharakteristika der zweiten Datenverbindung bestimmt und in die Datenbank eingetragen werden, bevor die Anwendung verlagert wird.
- 35 12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die über die zweite Datenverbindung übertragenen Daten zumindest über eine Teilstrecke der Verbindung hinweg verschlüsselt übertragen werden.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die zweite Datenverbindung über den Zeitraum ihrer Aktivität hinweg mindestens eine vorbestimmte minimale Dienstgüte einhält oder diese übertrifft.
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei alle Vermittlungskomponenten entlang der Kommunikationspfade der zweiten Datenverbindung die Einhaltung der vorbestimmten minimalen Dienstgüte zusichern.
15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Instanz der Datenverarbeitungsanwendung auf der ersten Recheneinheit inaktiviert wird, sobald die zweite Datenverbindung in die Datenbank eingetragen ist.
16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungsanwendung zurück auf die erste Recheneinheit verlagert wird, wenn die zweite Datenverbindung nicht aktiv ist.
17. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei Datenverarbeitungsanwendungen, welche innerhalb der lokalen Recheneinheit ausgeführt werden, genauso behandelt werden wie auf eine andere Recheneinheit verlagerte Datenverarbeitungsanwendungen.
18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, welches in einem lokalen Datennetzwerk in einem Kraftfahrzeug ausgeführt wird.

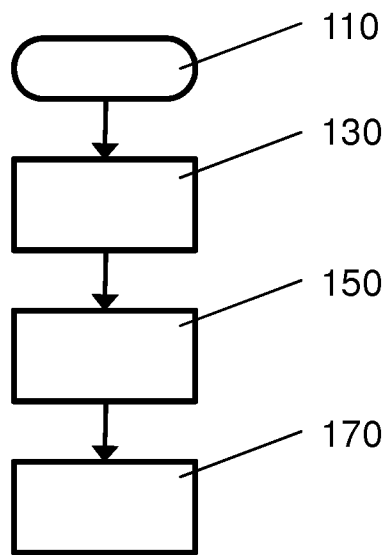
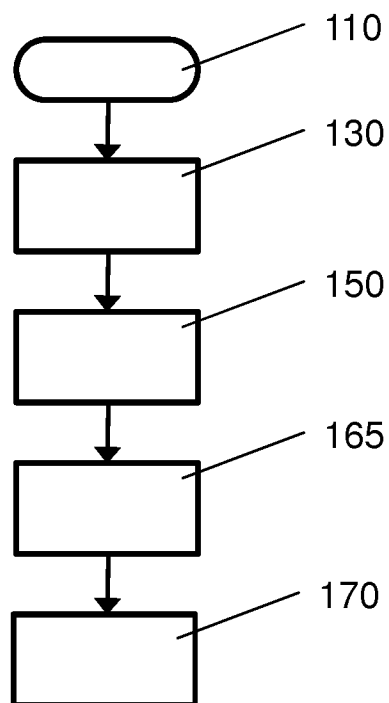
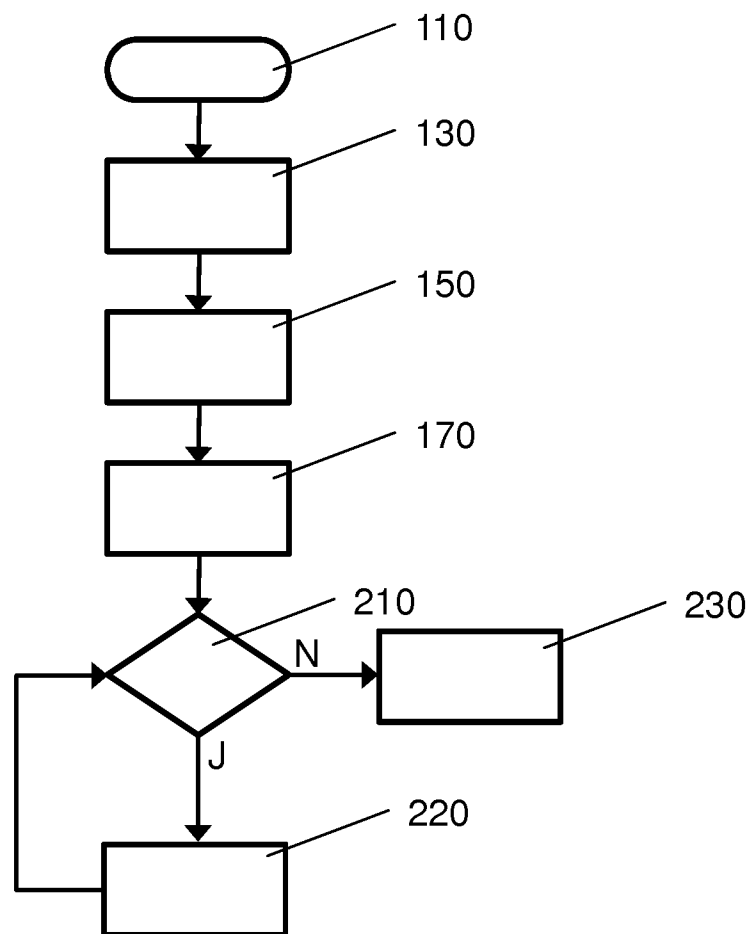


Fig. 1

**Fig. 2**

**Fig. 3**

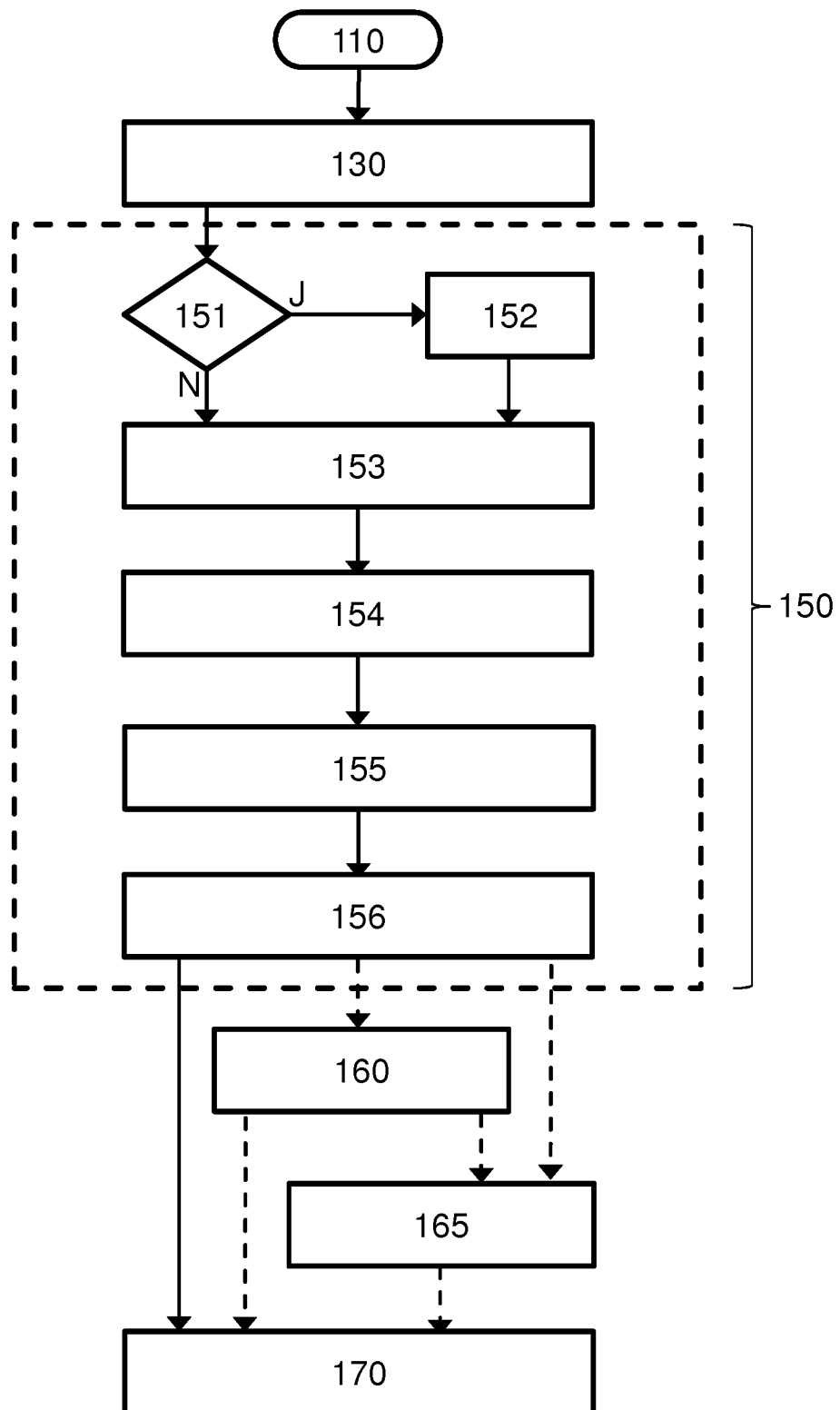


Fig. 4

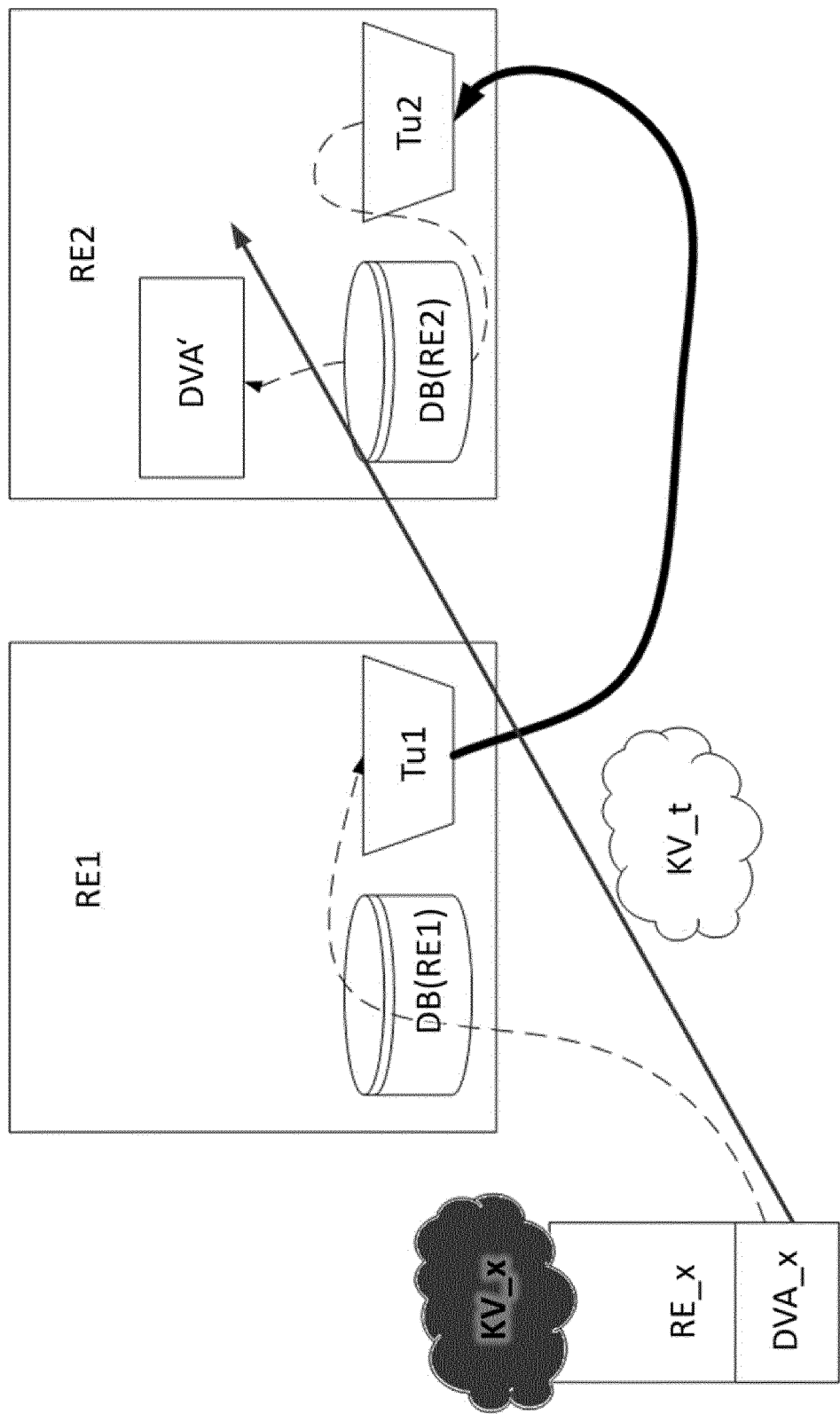


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/066398

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G06F 9/48*(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.
X	US 2010287548 A1 (ZHOU SHUDONG [US] ET AL) 11 November 2010 (2010-11-11) paragraphs [0006], [0008], [0027], [0028], [0038] - [0044], [0053]	1-18
X	WO 2016069382 A1 (MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING LLC [US]) 06 May 2016 (2016-05-06) paragraphs [0032], [0033], [0037] - [0048]	1-18
A	EP 2942709 A1 (HUAWEI TECH CO LTD [CN]) 11 November 2015 (2015-11-11) paragraphs [0008] - [0014], [0019], [0023], [0072] - [0087]	1-18

☐ 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

12 September 2018

Date of mailing of the international search report

18 September 2018

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

Buzgan, C

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/066398

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010287548	A1	11 November 2010	NONE			
WO	2016069382	A1	06 May 2016	BR	112017005475	A2	05 December 2017
				CN	107077372	A	18 August 2017
				EP	3210113	A1	30 August 2017
				WO	2016069382	A1	06 May 2016
EP	2942709	A1	11 November 2015	CN	103890728	A	25 June 2014
				EP	2942709	A1	11 November 2015
				JP	6140303	B2	31 May 2017
				JP	2016513308	A	12 May 2016
				US	2015309839	A1	29 October 2015
				WO	2015100622	A1	09 July 2015
				WO	2015101128	A1	09 July 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. G06F9/48

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.
X	US 2010/287548 A1 (ZHOU SHUDONG [US] ET AL) 11. November 2010 (2010-11-11) Absätze [0006], [0008], [0027], [0028], [0038] - [0044], [0053] -----	1-18
X	WO 2016/069382 A1 (MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING LLC [US]) 6. Mai 2016 (2016-05-06) Absätze [0032], [0033], [0037] - [0048] -----	1-18
A	EP 2 942 709 A1 (HUAWEI TECH CO LTD [CN]) 11. November 2015 (2015-11-11) Absätze [0008] - [0014], [0019], [0023], [0072] - [0087] -----	1-18



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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. September 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/09/2018

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

Buzgan, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/066398

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010287548	A1	11-11-2010	KEINE
WO 2016069382	A1	06-05-2016	BR 112017005475 A2 CN 107077372 A EP 3210113 A1 WO 2016069382 A1
EP 2942709	A1	11-11-2015	CN 103890728 A EP 2942709 A1 JP 6140303 B2 JP 2016513308 A US 2015309839 A1 WO 2015100622 A1 WO 2015101128 A1