(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. Mai 2013 (10.05.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/064181 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/069252

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. November 2011 (02.11.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GRAF, Rene** [DE/DE]; Gibitzenhofstr. 73, 90443 Nürnberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

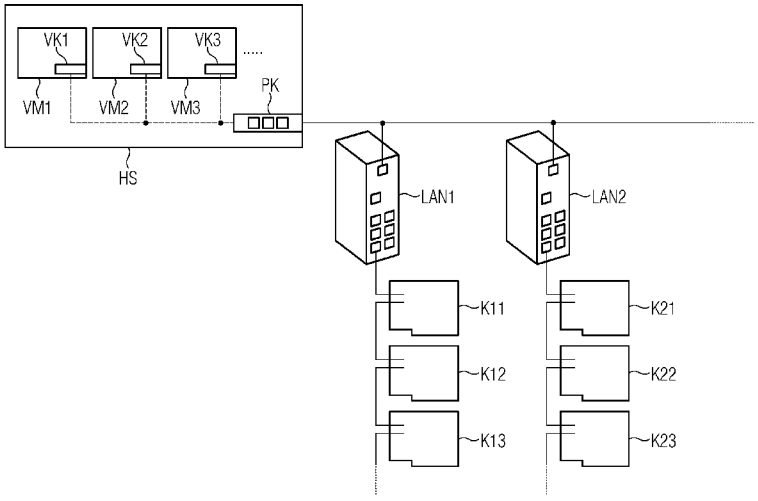
(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: REAL TIME ETHERNET IN VIRTUAL MACHINES

(54) Bezeichnung : ECHTZEIT-ETHERNET IN VIRTUELLEN MASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a host-system (HS) comprising a real-time processing device and a real-time physical network card (PK), two real-time virtual network cards (VK1, VK2,...) being emulated on a processing device, and the physical network card (PK) being designed in such a way that data packet is only allocated to one of the two virtual network cards (VK1, VK2,...). As a result, it is possible to combine a bandwidth of several virtual network cards (VK1, VK2,...) with a physical network card (PK).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Host-System (HS)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/064181 A1

mit einer echtzeitfähigen Prozessorvorrichtung und einer echtzeitfähigen physikalischen Netzwerkkarte (PK) auf der zwei echtzeitfähige virtuelle Netzwerkkarten (VK1, VK2,...) auf einer Prozessorvorrichtung emuliert werden, wobei die physikalische Netzwerkkarte (PK) derart ausgebildet ist, dass ein Datenpaket genau einer der beiden virtuellen Netzwerkkarten (VK1, VK2,...) zugeordnet wird. Dadurch ist es möglich eine Bandbreite mehrerer virtueller Netzwerkkarten (VK1, VK2,...) auf einer physikalischen Netzwerkkarte (PK) zu bündeln.

Beschreibung

Echtzeit-Ethernet in virtuellen Maschinen

Die Erfindung betrifft ein Host-System mit einer echtzeitfähigen Prozessorvorrichtung und einer echtzeitfähigen physikalischen Netzwerkkarte gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Betreiben eines Host-Systems gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

Im Zuge der Konzentration und Zentralisierung der Datenverarbeitung werden viele Rechenprozesse auf Server vereint, wobei die Server wiederum in Serverfarmen von Datenverarbeitungszentren untergebracht werden. Dadurch wird die Wartung der einzelnen Maschinen erheblich erleichtert und das spezifische Knowhow an Ort und Stelle konzentriert.

Eine ähnliche Entwicklung setzt sich gegenwärtig auch im Bereich der Speicherprogrammierbaren-Steuerungen (SPS) durch. Diese Geräte dienen der Steuerung oder Regelung einer Maschine oder Anlage und werden auf digitaler Basis programmiert. Um den üblichen Verdrahtungsaufwand zu minimieren, erfolgt die Verbindung der Sensoren und Aktoren mit einer SPS über einen Feldbus.

Gegenwärtig werden die Bussysteme in modernen Anlagen von Netzwerken abgelöst oder durch diese ergänzt. Gegenüber Bussystemen sind Netzwerke (Ethernet) flexibler einsetzbar und schneller bei der Datenübertragung. Eine hohe Zuverlässigkeit dieser Systeme im Zusammenhang mit Speicherprogrammierbaren-Steuerungen kann jedoch nur im Rahmen von Echtzeitsystemen realisiert werden.

Ein Echtzeitsystem reagiert auf alle Ereignisse rechtzeitig und verarbeitet die Daten „schritthaltend" mit dem technischen Prozess. Bei einer Software, die Echtzeitbedingungen erfüllen soll, muss die maximale Laufzeit bestimmbar sein und darf keinen, nicht oder nur bedingt beeinflussbaren Faktoren

unterliegen - sie muss also deterministisch sein. Die Ausführung eines Vorgangs innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls wird als deterministisch bezeichnet.

Bei den in der vorliegenden Erfindung betrachteten Systemen handelt es sich insgesamt um Echtzeitsysteme. D. h. insbesondere, dass sowohl alle interagierenden Hardware- als auch Softwarekomponenten deterministisch reagieren.

Eine herkömmliche Lösung mehrere Prozesse auf einem Host-System unterzubringen, sieht ein Mehrkernsystem vor, auf deren Rechenkernen jeweils eine virtuelle Maschine installiert ist, die jeweils mit einer physikalischen Netzwerkkarte des Host-Systems verbunden ist. Die einzelnen Netzwerkkarten sind dabei an Netzwerkkomponenten bzw. Peripheriegeräte gekoppelt, die wiederum mit den einzelnen Steuerungssystemen in Verbindung stehen. Die gegenwärtigen Lösungen erlauben jedoch selten mehr als vier physikalische Netzwerkkarten pro Host-System einzusetzen. Aufgrund der mangelnden Steckplätze ist ein Host-System in der Lage, lediglich vier virtuelle Maschinen, aufzunehmen, die jeweils einen Prozess in Echtzeit verarbeiten können. Dadurch sind die herkömmlichen Host-Systeme stark eingeschränkt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Host-System bereitzustellen, das flexibel einsetzbar und leicht skalierbar ist. Diese Aufgabe wird mittels eines echtzeitfähigen Host-Systems gelöst, welches die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist sowie einem Verfahren zum Betreiben eines solchen Host-Systems, welches die Merkmale des Anspruchs 9 aufweist. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen echtzeitfähigen Host-System ist eine echtzeitfähige Prozessorvorrichtung und eine echtzeitfähige physikalische Netzwerkkarte vorgesehen, bei der zwei echtzeitfähige virtuelle Netzwerkkarten auf der Prozessorvorrichtung emuliert werden, wobei die physikalische Netzwerkkarte

derart ausgebildet ist, dass ein Datenpaket genau einer der beiden virtuellen Netzwerkkarten zugeordnet wird. Beim Host-System wird nur eine leistungsfähige physikalische Netzwerkkarte (Ethernet-Karte) benötigt. Sie kann über logisch getrennte Netze mit verschiedenen Peripherie-Geräten kommunizieren.

Moderne Netzwerkkarten, die auch einen hohen Datendurchsatz haben, bieten neben der eigentlichen Netzwerkfunktionalität auch ein gewisses Maß an Verarbeitungsleistung an, sodass eine Filterung eingehender Datenpakete möglich ist. Dies lässt sich dahingehend nutzen, dass das Host-System mit seiner physikalischen Netzwerkkarte unter mehreren verschiedenen Adressen im Netz erscheinen kann.

Bei der Vorverarbeitung von eingehenden Datentelegrammen bzw. Datenpaketen auf der physikalischen Netzwerkkarte, wird eine Zieladresse ausgewertet, sodass der Empfänger – hier eine virtuelle Netzwerkkarte – eindeutig bestimmt werden kann. Eine virtuelle Maschine bzw. eine mit einer virtuellen Netzwerkkarte konfigurierte virtuelle Maschine, bekommt eine Netzwerkadresse zugewiesen, die wiederum in der physikalischen Netzwerkkarte des Host-Systems hinterlegt ist. Datenpakete für diese Adresse werden auf der physikalischen Netzwerkkarte herausgefiltert und direkt an die passende virtuelle Maschine geschickt. Das Host-System selbst muss dabei keine Verarbeitungsleistung zur Verfügung stellen, da die Zuordnung der Datenpakete auf der physikalischen Netzwerkkarte des Host-Systems erfolgt. Ein solcher Aufbau reduziert den Verkabelungsaufwand und die Fehlergefahr bei der "Zustellung" der Datenpakete.

Vorzugsweise weist das Host-System eine Prozessorvorrichtung auf, die mehrere Rechenkerne enthält. Dadurch kann die Rechenleistung des Host-Systems vervielfacht werden.

Um den Anforderungen an eine benötigte Zuverlässigkeit in Echtzeitsystemen gerecht zu werden, wird einem Rechenkern je-

weils nur eine echtzeitfähige virtuelle Maschine zugeordnet. Eine Methode, die es erlaubt Ressourcen eines Computers zusammenzufassen oder aufzuteilen, wird als Virtualisierung bezeichnet. Die virtuelle Maschine bietet den weiteren Vorteil, dass der virtuelle Rechner auf dem sie läuft, neu gestartet werden kann, wenn er durch einen Fehler unbenutzbar geworden ist. Die anderen virtuellen Maschinen auf dem Host-System bleiben davon unberührt.

Damit einzelne Prozesse leichter kontrolliert und deren Echtzeitfähigkeit garantiert werden kann, wird jeweils einer virtuellen Maschine nur ein echtzeitfähiger Prozess zugeordnet.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Summe der vordefinierten Bandbreiten der virtuellen Netzwerkkarten so bemessen, dass eine maximale Bandbreite der physikalischen Netzwerkkarte des Host-Systems nicht überschritten wird. Auf diese Weise kann garantiert werden, dass eine virtuelle Netzwerkkarte jederzeit eine zugesicherte Bandbreite erhält. Nur so kann ein maximaler Datendurchsatz aller virtuellen Netzwerkkarten der virtuellen Maschinen zu jeder Zeit gewährleistet werden.

Besonders vorteilhaft ist es, die physikalische Netzwerkkarte des Host-Systems mit einem echtzeitfähigen Ethernet zu betreiben. Dies ist nicht nur hinsichtlich der Kompatibilität zu bestimmten Netzwerkkarten und deren Treibern wichtig, sondern auch im Hinblick auf die Übertragungssicherheit. Auf diese Weise kann das Übertragungsprotokoll und die damit arbeitenden Netzwerkkarten leichter aufeinander abgestimmt werden und damit eine Echtzeitfähigkeit erreicht werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die physikalische Netzwerkkarte des Host-Systems eingerichtet Datenpakete zu filtern. Dadurch kann das Host-System zusätzlich entlastet werden, da eine Zuordnung der Datenpakete auf der physikalischen Netzwerkkarte erfolgt, ohne dazu

die Verarbeitungsleistung des Host-Systems, d.h. Filterung, Zuordnung und Übertragung in Anspruch genommen werden.

Besonders zweckdienlich ist es, wenn die physikalische Netzwerkkarte des Host-Systems eine Zuordnung der jeweiligen Datenpakete zu den jeweiligen Rechenkernen und/oder darauf laufenden virtuellen Maschinen auf der Basis eines Datenpaket-Headers vornimmt. Diese Filterung erlaubt das Aussortieren bestimmter Datenpakte, beispielsweise von echtzeitrelevanten Datenpaketen, so dass eine bevorzugte Behandlung solcher Datenpakete im Vergleich zu "normalen" Datenpaketen angestoßen werden kann. So lassen sich Datenpakete priorisieren und zeitkritische Prozesse zuverlässig ansteuern.

Des Weiteren schlägt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Host-Systems mit einer echtzeitfähigen Prozessorvorrichtung und einer echtzeitfähigen physikalischen Netzwerkkarte vor, bei der zwei echtzeitfähige virtuelle Netzwerkkarten auf der Prozessorvorrichtung emuliert werden, wobei die physikalische Netzwerkkarte genau ein Datenpaket einer der beiden virtuellen Netzwerkkarten zuordnet. Dies lässt sich dahingehend nutzen, dass das Host-System mit seiner physikalischen Netzwerkkarte unter mehreren verschiedenen Adressen im Netz erscheint. Bei einer "Vorverarbeitung" der eingehenden Datenpakete auf der physikalischen Netzwerkkarte wird die Zieladresse ausgewertet, sodass der Empfänger – die virtuelle Netzwerkkarte bzw. virtuelle Maschine – eindeutig bestimmt werden kann. Eine Adressübersetzung durch das Hostsystem kann deswegen entfallen.

In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt ein Austausch von Datenpaketen zwischen den einzelnen virtuellen Netzwerkkarten und der physikalischen Netzwerkkarte des Host-Systems direkt. Auf diese Weise können Echtzeit-Daten sofort an die virtuelle Maschine gemeldet werden, sodass dort eine bevorzugte Behandlung im Vergleich zu "normalen" nicht zeitkritischen Datenpaketen angestoßen werden kann.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erfolgt der Austausch von Datenpakten zwischen den einzelnen virtuellen Netzwerkkarten auch direkt. Auf diese Weise wird wiederum die physikalische Netzwerkkarte des Host-Systems entlastet und die Kommunikation der einzelnen virtuellen Maschinen untereinander beschleunigt.

Im Folgenden werden die Erfindung und ihre Ausführungsformen anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt eine skizzenhafte Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Host-Systems, wie es bei einer Steuerung von SPS-Komponenten zum Einsatz kommt.

Ein Host-System HS dient der Aufnahme mehrerer Steuerungsprozesse einer Speicherprogrammierbaren-Steuerung (SPS).

Auf einzelnen Rechenkernen des Host-Systems HS werden mehrere virtuelle Maschinen VM1, VM2, VM3,... installiert. Auf jeder virtuellen Maschine VM1, VM2, VM3,... läuft jeweils ein unabhängiger Steuerungsprozess. Darüber hinaus ist jeder virtuellen Maschine VM1, VM2, VM3,... eine virtuelle Netzwerkkarte VK1, VK2, VK3,... zugeordnet, die über ein Netzwerk mit Peripheriegeräten in Verbindung stehen. Das Host-System HS ist in diesem Beispiel mit einer leistungsfähigen physikalischen (Ethernet-)Netzwerkkarte PK ausgestattet. Sie dient als Schnittstelle zwischen den Peripheriegeräten K11, K12, K13, K21... K23 und den einzelnen virtuellen Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3. Die vorliegende physikalische Netzwerkkarte PK bietet einen hohen Datendurchsatz und weist neben der eigentlichen Netzwerkfunktionalität auch ein gewisses Maß an Verarbeitungsleistung auf, sodass eine Filterung der eingehenden und ausgehenden Datenpakete möglich ist. In diesem Beispiel ist eine Gigabit-Netzwerkkarte vorgesehen, die es erlaubt, einen generierten Datenfluss von mehreren Netzwerkkarten - hier den virtuellen Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3,... - zu bewältigen. Unter der Verwendung dieser leistungsfähigen physi-

kalischen Netzwerkkarte PK können mehrere virtuelle Maschinen VM1, VM2, VM3,... gleichzeitig eine den virtuellen Maschine VM1, VM2, VM3,... zugeordnete Bandbreite nutzen. Eine physikalische Gigabit-Netzwerkkarte PK kann demnach zehn 100 Mbit-Verbindungen bündeln. Somit können zehn virtuelle Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3,..., VK10 den virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,..., VM10 zugeordnet werden. Folglich können zehn virtuelle Maschinen VM1, VM2, VM3,... , VM10 die Leistungsfähigkeit einer Gigabit-Netzwerkkarte nutzen, um mit den ihnen zugeordneten Peripheriegeräten zu kommunizieren.

Damit eine echtzeitfähige Umgebung geschaffen werden kann, muss sowohl die Software als auch die Hardware den Kriterien der Echtzeit entsprechen. Dies bedeutet in anderen Worten, dass alle Ereignisse rechtzeitig verarbeitet werden müssen, d.h., die Ausführung eines Vorgangs innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls erfolgen muss.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel stellen die virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... auf dem Host-System HS - netzwerktechnisch gesehen - individuelle Rechner dar. Sie müssen demnach auch individuell adressierbar sein und möglichst eine eigene Kommunikationsverbindung sowie ein entsprechendes Kommunikationsmedium haben. Das der virtuellen Maschine VM1, VM2, VM3,... zugeordnete Kommunikationsmedium ist vorliegend jeweils eine virtuelle Netzwerkkarte VK1, VK2, VK3,... .

Durch die Realisierung von virtuellen Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3,... gelingt es auf einem gegenwärtigen Host-System HS mehr als vier Netzwerkanschlüsse zu verwirklichen.

Da im Allgemeinen bei solchen Host-Systemen HS die Steckplätze nur begrenzt vorhanden sind, macht sich die Erfindung die Leistungsfähigkeit von modernen Netzwerkkarten zu Nutze, indem sie es erlaubt unter Echtzeitbedingungen den Datenverkehr mehrerer virtueller Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3,... auf einer einzelnen physikalischen Netzwerkkarte PK zu bündeln. Damit kann eine Konfiguration auf einem Host-System HS reali-

siert werden, in der jede darauf laufende virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... echtzeitfähig mit einem Teilnetz bzw. deren Peripherie zu kommunizieren, während der Datentransport physikalisch über eine Leitung gebündelt wird, die ein Vielfaches des Datendurchsatzes einer virtuellen Netzwerkkarte VK1, VK2, VK3,... aufweist.

In der Figur entsprechen die einzelnen Teilnetze LAN 1, LAN 2... Netzkomponenten, die wiederum weitere Teilnetze bilden oder Peripheriegeräte K11, K12, K13, ... bzw. K21, K22, K23,... enthalten. Durch eine feste Zuteilung einer definierten Bandbreite an jede virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... wird das echtzeitfähige Ethernet quasi partitioniert, sodass jede virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... eine Verbindung mit definierten Leistungsdaten erhält.

Um eine schnelle und sichere Verarbeitung zu gewährleisten, ist die physikalische Netzwerkkarte PK derart eingerichtet, dass sie einzelne Datenpakete filtern und damit den virtuellen Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3... der jeweiligen virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... zuordnen kann. Dazu ist für jede virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... eine virtuelle Netzwerkkarte VK1, VK2, VK3... vorgesehen, der eine Netzwerkadresse zugewiesen wird, die wiederum in der physikalischen Netzwerkkarte hinterlegt ist. Datenpakete für die jeweilige Adresse der virtuellen Maschine VM1, VM2, VM3,... werden auf der physikalischen Netzwerkkarte PK herausgefiltert und direkt an die passende virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... geschickt. Das Host-System HS muss dabei keine Verarbeitungsleistung bereitstellen, da diese Zuordnung bereits auf der physikalischen Netzwerkkarte PK erfolgt.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die physikalische Netzwerkkarte PK zusätzlich noch bestimmte Datenpakete aussortieren, die anhand eines Headers – hier Ethernet-Headers – unterschieden werden können. Als Beispiel seien hier echtzeitrelevante Daten genannt, die einen anderen Wert in diesem Feld haben als beispielsweise standardisierte TCP-IP-

Datenpakete. Die Echtzeit-Daten können dann über einen bestimmten Interrupt an die virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... weitergeleitet werden.

Die Unterscheidung, ob es sich bei dem Datenpaket um ein echtzeitrelevantes Paket handelt ist wesentlich, da im Falle eines beispielsweise zeitkritischen Interrupts das Datenpaket direkt an die virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... bzw. deren Rechenkern durchgeleitet wird. Auf diese Weise lässt sich zuverlässig eine echtzeitfähige Netzwerkumgebung zur Steuerung von SPS-Systemen umsetzen.

Das Host-System und die jeweiligen virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... stellen dabei Treiber zur Verfügung, die die jeweiligen Zugriffe auf die eigentliche Hardware - Rechenkerne - koordiniert, sodass keine Kollisionen entstehen, die zu einer Datenverfälschung bei der Übertragung der Datenpakete führen könnten. Dabei ist die Vorverarbeitung in der physikalischen Netzwerkkarte PK deterministisch, sodass Datenpakete bzw. die Interrupts, die diese ankündigen, unmittelbar und mit einer definierten Latenz in den virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... ankommen.

Bei der vorliegenden Realisierung erscheint die physikalische Netzwerkkarte PK des Host-Systems HS den einzelnen virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... selbst als virtuelle Netzwerkkarte. Dabei verhält sich die virtuelle Maschine VM1, VM2, VM3,... jeweils so, als ob ihr eine physikalische Netzwerkkarte zugeordnet wäre. Weitere Treiber im Host-System koordinieren die Sendezeitpunkte der von den virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... losgeschickten Datenpakete, sodass auch hier die geforderten Echt-Zeiten auf der physikalischen Leitung der physikalischen Netzwerkkarte PK eingehalten werden können.

Darüber hinaus kann ein weiterer Treiber in Host-System die zuvor zugeteilten Bandbreitenkontingente für die jeweiligen virtuellen Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3... einhalten und

überwachen. Demnach beschreibt das dargestellte Ausführungsbeispiel eine spezielle Form einer Paravirtualisierung einer leistungsfähigen physikalischen Netzwerkkarte PK. Diese physikalische Netzwerkkarte PK kann zum einen die eingehenden Datenpakete filtern und direkt ohne Belastung des Host-Systems an verschiedene virtuelle Maschinen VM1, VM2, VM3,... weiterreichen. Zum anderen fungiert der Treiber auf dem Host-System als Datenkoordinator und speist die von den virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... gesendeten Datenpakte zum richtigen Zeitpunkte in den Datenstrom der physikalischen Netzwerkkarte PK ein.

Somit können mehreren virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... die Verfügbarkeit einer echtzeitfähigen Ethernet-Verbindung vorgetäuscht werden, die es ermöglicht Echtzeit-Systeme in den virtuellen Maschinen laufen zu lassen, wobei diese dadurch über eine Echtzeit-Kommunikation verfügen.

Darüber hinaus können Datenpakete, die zwischen den virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... hin und her laufen direkt von einem Treiber des Host-Systems HS weitergeleitet werden, ohne dass die physikalische Netzwerkkarte bei der Datenübertragung involviert wird. Auch hier sorgt ein Treiber des Host-Systems HS für die Einhaltung der korrekten Timings beim Empfangen der Datenpakete durch die virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,...und löst die zur Benachrichtigung notwendigen Interrupts der Software aus.

Durch die Verteilung der virtuellen Maschinen VM1, VM2, VM3,... auf getrennte Rechenkerne des Host-Systems HS findet eine Verarbeitung der Datenpakete vollkommen parallel statt, was eine Qualität der Synchronisation der Abläufe weiter erhöht.

Zur Vervollständigung einer maximalen Ausbaustufe bei einem Host-System mit Steckplätzen für vier physikalische Netzwerkkarten PK würde demnach eine vier-fache Skalierung der vorhergehenden Ausführungsform ermöglicht, indem vier physikali-

sche GBit Netzwerkkarten PK den Datendurchsatz von 40 virtuellen Maschinen bzw. virtuellen Netzwerkkarten VK1, VK2, VK3..., VK40 mit einem Datendurchsatz von 100 MBit bündeln würden. Dadurch würde beispielsweise eine sehr leistungsfähige echtzeit-Steuerungseinheit für Speicherprogrammierbare-Steuerungen geschaffen werden können.

In weiteren hier nicht dargestellten Ausführungsformen lässt sich die Integration verschiedener bislang getrennter Geräte in einem einzelnen Host-System HS vollziehen.

Bezugszeichenliste

HS	Host-System
K11, K12, K13, ...	Peripherie
K21, K22, K23, ...	Peripherie
LAN1, LAN2, ...	Netzwerkkomponente,
PK	physikalische Netzwerkkarte
VM1, VM2, VM3,...	virtuelle Maschinen
VK1, VK2, VK3,...	virtuelle Netzwerkkarte

Patentansprüche

1. Host-System (HS) mit einer echtzeitfähigen Prozessorvorrichtung und einer echtzeitfähigen physikalischen Netzwerkkarte (PK)
dadurch gekennzeichnet, dass
zwei echtzeitfähige virtuelle Netzwerkkarten (VK1, VK2, ...), auf der Prozessorvorrichtung emuliert werden,
wobei die physikalische Netzwerkkarte (PK) derart ausgebildet ist, dass ein Datenpaket genau einer der beiden virtuellen Netzwerkkarten (VK1, VK2, ...) zugeordnet wird.

2. Host-System (HS) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Prozessorvorrichtung mehr als einen Rechenkern aufweist.

3. Host-System (HS) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeweils einem Rechenkern nur eine echtzeitfähige virtuelle Maschine (VM1, VM2, VM3,...) zugeordnet ist.

4. Host-System (HS) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeweils einer virtuellen Maschine (VM1, VM2, VM3,...) nur ein echtzeitfähiger Prozess zugeordnet ist.

5. Host-System (HS) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Summe von vordefinierten Bandbreiten der virtuellen Netzwerkkarten (VK1, VK2, ...) eine maximale Bandbreite der physikalischen Netzwerkkarte (PK) des Host-Systems (HS) nicht übersteigt.

6. Host-System (HS) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

die physikalische Netzwerkkarte (PK) des Host-Systems (HS) mit einem echtzeitfähigen Ethernet betrieben wird.

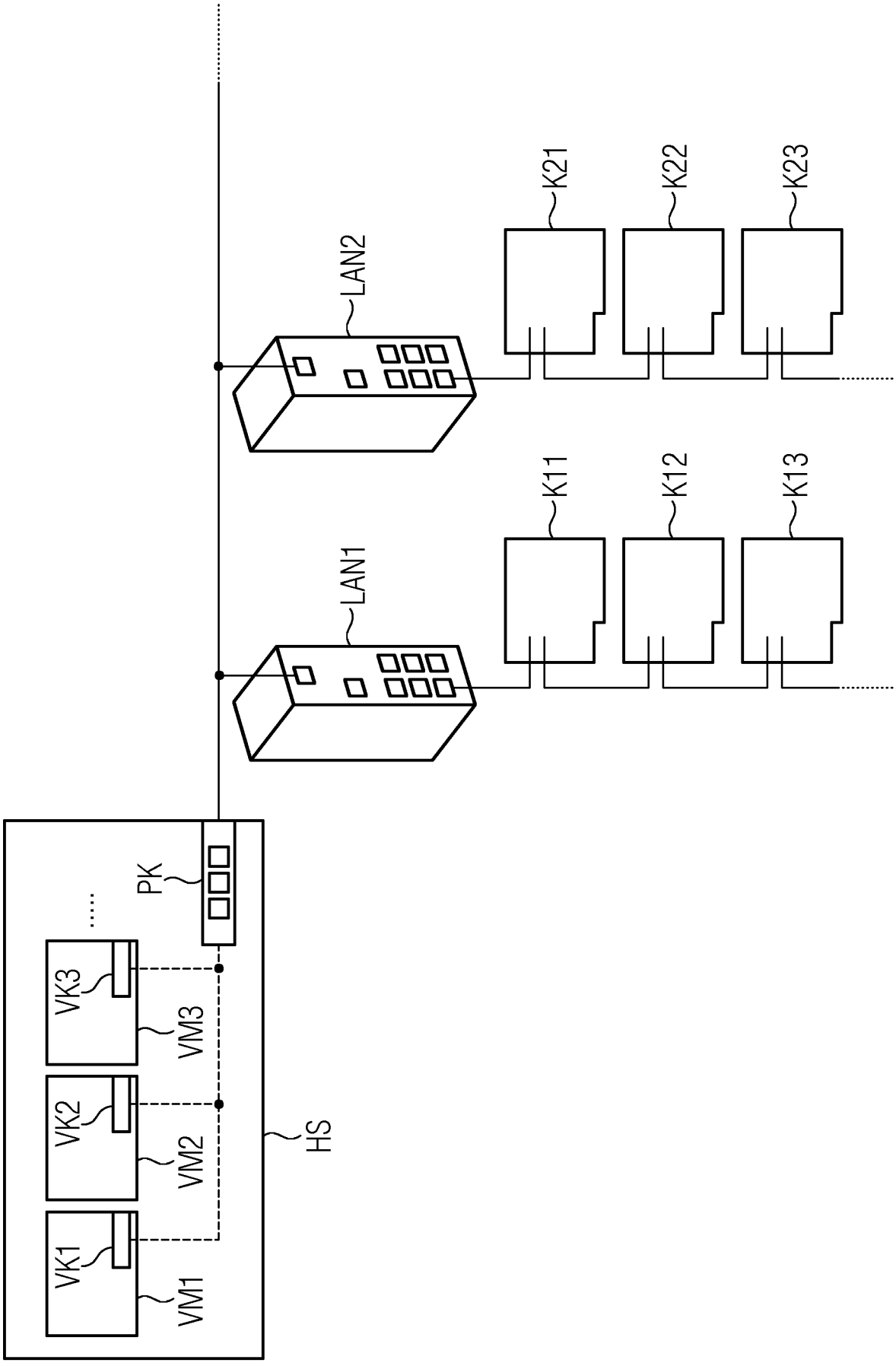
7. Host-System (HS) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die physikalische Netzwerkkarte (PK) des Host-Systems (HS) eingerichtet ist, Datenpakete zu filtern.

8. Host-System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die physikalische Netzwerkkarte (PK) des Host-Systems (HS) eingerichtet ist, die Filterung und Zuordnung der Datenpakete zu den jeweiligen Rechnerkernen und/oder den darauf laufenden virtuellen Maschinen (VM1, VM2, VM3,...) nach Ethertype und/oder Interrupts vorzunehmen.

9. Verfahren zum Betreiben eines Host-Systems (HS) mit einer echtzeitfähigen Prozessorvorrichtung und einer echtzeitfähigen physikalischen Netzwerkkarte (PK) dadurch gekennzeichnet, dass zwei echtzeitfähige virtuelle Netzwerkkarten (VK1, VK2, ...), auf der Prozessorvorrichtung emuliert werden, wobei die physikalische Netzwerkkarte (PK) ein Datenpaket genau einer der beiden virtuellen Netzwerkkarten (VK1, VK2, ...) zuordnet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein Austausch von Datenpaketen zwischen den einzelnen virtuellen Netzwerkkarten (VK1, VK2, ...) und der physikalischen Netzwerkkarte (PK) des Host-Systems (HS) direkt erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Austausch von Datenpaketen zwischen den einzelnen virtuellen Netzwerkkarten (VK1, VK2, ...) direkt erfolgt.


K21
K22
K23
LAN2
K11
K12
K13
LAN1
PK
VK3
VM3
VK2
VM2
VK1
VM1
HS

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/069252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06F9/50
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

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

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	J. Munro: "Virtual Machines & VMware, Part II", , 28 December 2001 (2001-12-28), XP002680305, Retrieved from the Internet: URL:atlas.binus.ac.id [retrieved on 2012-07-19] page 8 - page 10 ----- -/--	1-11

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 July 2012	02/08/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Dewyn, Torkild

1

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	J. Munro: "Virtual Machines & VMware, Part I", , 21 December 2001 (2001-12-21), XP002680306, Retrieved from the Internet: URL:atlas.binus.ac.id [retrieved on 2012-07-19] the whole document	1-11
A	CN 102 123 093 A (UNIV HUAZHONG SCIENCE TECH) 13 July 2011 (2011-07-13) the whole document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2011/069252

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CN 102123093 A	13-07-2011	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/069252

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.
X	J. Munro: "Virtual Machines & VMware, Part II", , 28. Dezember 2001 (2001-12-28), XP002680305, Gefunden im Internet: URL:atlas.binus.ac.id [gefunden am 2012-07-19] Seite 8 - Seite 10 ----- -/--	1-11

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. Juli 2012	02/08/2012

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

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	J. Munro: "Virtual Machines & VMware, Part I", , 21. Dezember 2001 (2001-12-21), XP002680306, Gefunden im Internet: URL:atlas.binus.ac.id [gefunden am 2012-07-19] das ganze Dokument	1-11
A	CN 102 123 093 A (UNIV HUAZHONG SCIENCE TECH) 13. Juli 2011 (2011-07-13) das ganze Dokument	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/069252

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 102123093 A	13-07-2011	KEINE	