

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50158/2016 (51) Int. Cl.: **H04L 12/26** (2006.01)
 (22) Anmeldetag: 01.03.2016 **H04L 12/24** (2006.01)
 (45) Veröffentlicht am: 15.09.2017 **H04M 7/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 WO 2007020182 A1
 WO 2012085744 A2

(73) Patentinhaber:
 FTS Computertechnik GmbH
 1040 Wien (AT)

(74) Vertreter:
 PATENTANWALTSKANZLEI MATSCHNIG &
 FORSTHUBER OG
 WIEN (AT)

(54) **Verfahren zum zuverlässigen Transport von Alarmnachrichten in einem verteilten Computersystem**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zuverlässigen Transport von Alarmnachrichten in einem verteilten Computersystem, welches Computersystem Komponenten, insbesondere eine Vielzahl von Komponenten, umfasst, wobei es sich bei den Komponenten um Knotenrechner, Verteilereinheiten, Sensoren, vorzugsweise intelligente Sensoren und Aktuatoren, vorzugsweise intelligente Aktuatoren handelt, und wobei alle Komponenten Zugriff auf eine globale Zeit bekannter Präzision haben, und wobei die Knotenrechner, intelligenten Sensoren und intelligenten Aktuatoren über die Verteilereinheiten Nachrichten austauschen. Es ist vorgesehen, dass das Computersystem intelligente Alarmsensoren umfasst oder intelligente Alarmsensoren dem Computersystem zugeordnet sind, und wobei ein intelligenter Alarmsensor zwei Typen von zeitgesteuerten Nachrichten aussendet, Alarmnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Alarmtransportperiode, und Fehlererkennungsnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Fehlererkennungsperiode, und wobei in einer Alarmnachricht die Zeitstempel des Auftretens von Alarmereignissen in einem Alarm-Beobachtungsintervall enthalten sind, wobei das Alarm-Beobachtungsintervall unmittelbar vor dem Senden der Alarmnachricht endet und mindestens doppelt so lang ist wie die Alarmtransportperiode, und wo eine Alarmnachricht nur gesendet wird, wenn

mindestens ein Zeitstempel eines Alarmereignisses in der Alarmnachricht enthalten ist, und wobei in den periodischen Fehlererkennungsnachrichten die aktuellen Zustände aller Alarme, die unmittelbar vor dem Senden der Fehlererkennungsnachricht aktiv sind, enthalten sind.

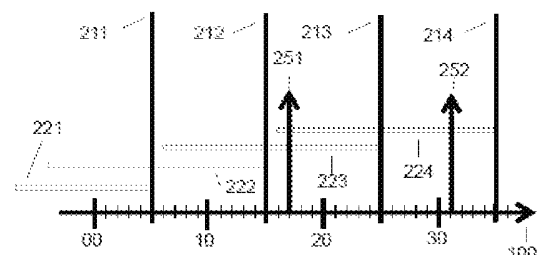


Fig. 2

Beschreibung

VERFAHREN ZUM ZUVERLÄSSIGEN TRANSPORT VON ALARMNACHRICHTEN IN EINEM VERTEILTEN COMPUTERSYSTEM

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum zuverlässigen Transport von Alarmnachrichten in einem verteilten Computersystem, welches Computersystem Komponenten, insbesondere eine Vielzahl von Komponenten, umfasst, wobei es sich bei den Komponenten um Knotenrechner, Verteilereinheiten, Sensoren, vorzugsweise intelligente Sensoren und Aktuatoren, vorzugsweise intelligente Aktuatoren handelt, und wobei alle Komponenten Zugriff auf eine globale Zeit bekannter Präzision haben, und wobei die Knotenrechner, intelligenten Sensoren und intelligenten Aktuatoren über die Verteilereinheiten Nachrichten austauschen.

[0002] Weiters betrifft die Erfindung ein Verteiltes Computersystem, welches Computersystem Komponenten, insbesondere eine Vielzahl von Komponenten, umfasst, wobei es sich bei den Komponenten um Knotenrechner, Verteilereinheiten, Sensoren, vorzugsweise intelligente Sensoren und Aktuatoren, intelligente Aktuatoren handelt, und wobei alle Komponenten Zugriff auf eine globale Zeit bekannter Präzision haben, und wobei die Knotenrechner, intelligenten Sensoren und intelligenten Aktuatoren über die Verteilereinheiten Nachrichten austauschen.

[0003] Die Erfindung liegt im Bereich der Computertechnik. Sie betrifft ein Verfahren und ein Computersystem zum zuverlässigen Transport von Alarm Nachrichten in einem verteilten Echtzeitcomputersystem von intelligenten Alarmsensoren zu einer Alarmzentrale.

[0004] In einer großen industriellen Anlage wird eine Vielzahl von möglichen Alarmen, das sind Informationen über Anomalien oder Fehler, durch die vorhandene Instrumentierung erfasst. Auftretende Alarme müssen zuverlässig und schnell vom verteilten Echtzeitcomputersystem in Alarmnachrichten zu einer Alarmzentrale transportiert werden, um nach einer eingehenden Analyse die Ursache der Alarme lokalisieren und geeignete Maßnahmen zur Fehlerbehandlung einleiten zu können.

[0005] Ein verteiltes Echtzeitcomputersystem besteht aus einer Vielzahl von Komponenten, d.s. Knotenrechnern, Verteilereinheiten und intelligenten Sensoren/Aktuatoren.

[0006] Wir bezeichnen einen intelligenten Sensor, der ein Alarmereignis erfassen kann, als einen intelligenten Alarmsensor. Es wird vorausgesetzt, dass alle Komponenten, d.h. auch alle Alarmsensoren, Zugriff auf eine globale Zeit bekannter Präzision haben.

[0007] Die funktionelle Zusammenfassung eines physikalischen Sensors mit einem Knotenrechner bezeichnet man als intelligenten Sensor. Auf dem Markt werden intelligente Sensoren häufig als kompakte Baueinheiten mit einer Schnittstelle zu einem standardisierten Echtzeitkommunikationssystem angeboten.

[0008] Die funktionelle Zusammenfassung eines physikalischen Aktuators mit einem Knotenrechner bezeichnet man als intelligenten Aktuator. Auf dem Markt werden intelligente Aktuatoren häufig als kompakte Baueinheiten, vorzugsweise mit einer Schnittstelle zu einem standardisierten Echtzeitkommunikationssystem angeboten.

[0009] Während im Normalbetrieb Alarme relativ selten auftreten, kann ein gravierender Fehler in einer Anlage eine große Menge (einen Alarmsturm, siehe [1]) von nahezu gleichzeitigen Alarmereignissen auslösen.

[0010] Die technische Herausforderung beim Entwurf eines Alarmsystems liegt in der Anforderung, im Normalbetrieb das Kommunikationssystem möglichst wenig zu belasten und im Falle eines Alarmsturms die exakten Zeitpunkte aller auftretenden Alarme innerhalb einer kurzen vorgegebenen Echtzeitschranke zuverlässig an die Alarmzentrale melden zu können.

[0011] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Lösung für dieses Problem anzugeben.

[0012] Diese Aufgabe wird mit einem eingangs erwähnten Verfahren und Computersystem dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß das Computersystem intelligente Alarmsensoren umfasst oder intelligente Alarmsensoren dem Computersystem zugeordnet sind, und wobei

[0013] ein intelligenter Alarmsensor zwei Typen von zeitgesteuerten Nachrichten aussendet, Alarmnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Alarmtransportperiode, und Fehlererkennungsnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Fehlererkennungsperiode, und wobei in einer Alarmnachricht die Zeitstempel des Auftretens von Alarmereignissen in einem Alarm-Beobachtungsintervall enthalten sind, wobei das Alarm-Beobachtungsintervall unmittelbar vor dem Senden der Alarmnachricht endet und mindestens doppelt so lang ist wie die Alarmtransportperiode, und wo eine Alarmnachricht nur gesendet wird, wenn mindestens ein Zeitstempel eines Alarmereignisses in der Alarmnachricht enthalten ist, und wobei in den periodischen Fehlererkennungsnachrichten die aktuellen Zustände aller Alarme, die unmittelbar vor dem Senden der Fehlererkennungsnachricht aktiv sind, enthalten sind.

[0014] Erfindungsgemäß wird festgelegt, dass ein intelligenter Alarmsensor zwei Typen von zeitgesteuerten Nachrichten aussendet, Alarmnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Alarmtransportperiode und Fehlererkennungsnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Fehlererkennungsperiode.

[0015] Die Fehlererkennungsperiode ist vorzugsweise länger, insbesondere deutlich länger als die Alarmtransportperiode.

[0016] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und Computersystems, insbesondere Echtzeitcomputersystem, sind im Folgenden beschrieben, wobei diese Merkmale jeweils alleine für sich oder in beliebiger Kombination mit einem oder mehreren der weiteren Merkmale vorgesehen sein können:

- [0017]**
- die Position des Zeitstempels eines Alarmereignisses in einer Alarmnachricht bestimmt die Bedeutung des Alarmereignisses;
 - der Sendzeitpunkt einer Alarmnachricht legt die Epoche für die Zeitstempel der Alarmereignisse, die in dieser Alarmnachricht enthalten sind, fest, wobei die Zeitstempel der Alarmereignisse in Bezug auf diese Epoche ausgedrückt werden;
 - die globale Zeit des Sendzeitpunkt einer sporadische Alarmnachricht ist in dieser Alarmnachricht enthalten;
 - die Zeitpunkte des Sendens von mehreren Alarmnachrichten, die zu der selben Verteilereinheit gesendet werden, sind derart synchronisiert, dass die Alarmnachrichten gleichzeitig bei der Verteilereinheit eintreffen, und wobei die Inhalte der mehreren gleichzeitig eintreffenden Alarmnachrichten von der Verteilereinheit in eine neue Alarmnachricht zusammengefasst und gegebenenfalls weiter gesendet werden;
 - die Authentizität und Integrität des Dateninhalts einer Alarmnachricht ist durch eine elektronische Signatur abgesichert, und diese Signatur wird in der folgenden Alarmnachricht übertragen;
 - die Kommunikation wird zwischen den Komponenten durch das TT-Ethernet Protokoll geregelt.

[0018] In einer Alarmnachricht sind die Zeitstempel des Auftretens der Alarmereignisse im unmittelbar vorangegangenen Alarmbeobachtungsintervall enthalten. Das a priori festgelegte Alarmbeobachtungsintervall definiert ein Zeitintervall, in dem Alarmereignisse beobachtet werden. Das Alarmbeobachtungsintervall endet unmittelbar vor dem Senden einer Alarmnachricht und ist mindestens doppelt so lang ist wie die Alarmtransportperiode. Durch diese Längenanforderung wird sichergestellt, dass ein auftretendes Alarmereignis in mindestens zwei Alarmnachrichten enthalten ist und somit der Ausfall einer Alarmnachricht toleriert werden kann.

[0019] Der a priori geplante Zeitpunkt des Sendens einer Alarmnachricht legt die Epoche [2, p.56], das ist der Referenzpunkt für die Zeitmessung für die Zeitstempel der in der Alarmnachricht enthaltenen Alarmereignisse, fest. Durch diese Festlegung der Epoche wird die erforderliche Länge der Zeitstempel der in der Alarmnachricht enthaltenen Alarmereignisse minimiert.

[0020] Wenn z.B. die Granularität der globalen Zeit 1 μ sec, die Alarmtransportperiode 1 msec und das Alarmbeobachtungsintervall 3 msec beträgt, so kann der Zeitstempel eines Alarmereignisses in ein 12 bit Feld kodiert werden.

[0021] Die Bedeutung eines Zeitstempels wird aus der vorgegebenen Position des Zeitstempels eines Alarmereignisses in der Alarmnachricht abgeleitet.

[0022] Wenn z.B. ein intelligenter Alarmsensor 100 unterschiedliche Alarmer beobachten kann, so hat das Datenfeld der entsprechenden Alarmnachricht eine Länge von 1200 bit, das sind 150 Byte.

[0023] Vorzugsweise wird eine Alarmnachricht nur gesendet, wenn mindestens ein Zeitstempel eines Alarmereignisses in der Alarmnachricht enthalten ist. Wenn also im Alarmbeobachtungsintervall kein neuer Alarm aufgetreten ist, so wird keine Alarmnachricht gesendet.

[0024] Wenn z.B. ein TTEthernet Protokoll zur Datenübertragung eingesetzt wird, so kann die ungenutzte Bandbreite im Normalbetrieb, d.h. es treten keine Alarmer auf, zum Transport von ereignisgesteuerten Ethernet Nachrichten genutzt werden.

[0025] Wenn in der Alarmzentrale während eines längeren Zeitintervalls keine Alarmnachricht eintrifft, so kann nicht entschieden werden, ob in diesem Zeitintervall keine Alarmer aufgetreten sind oder ob der intelligente Alarmsensor ausgefallen ist. Aus diesem Grund sendet jeder intelligente Alarmsensor periodisch eine Fehlererkennungsnachricht mit einer a priori vorgegebenen Fehlererkennungsperiode. Ein Ausfall des intelligenten Alarmsensors wird somit in der Alarmzentrale innerhalb einer vorgegebenen Fehlerlatenz erkannt. Im Datenfeld der Fehlererkennungsnachricht ist der vor dem Sendezeitpunkt beobachtete Zustand jedes Alarms angeführt.

[0026] Im Folgenden wird die Erfindung an einem Beispiel an Hand der Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt

[0027] Fig. 1 den zeitlichen Ablauf eines Alarmsignals,

[0028] Fig. 2 eine Folge von Alarmnachrichten und Alarmbeobachtungsintervallen, und

[0029] Fig. 3 die Netzwerktopologie eines beispielhaften verteilten Computersystems.

[0030] Im Folgenden wird zwischen den Begriffen Alarm, Alarmereignis, Alarmzustand und Aktivintervall des Alarms unterschieden. Der Begriff Alarm bezeichnet ein wohldefiniertes binäres Signal, das einen gefährlichen oder anomalen Zustand anzeigt. Den Beginn eines Alarmzustands bezeichnet man als Alarmereignis, die Dauer des Alarmzustands als Aktivintervall des Alarms. Den minimalen Abstand zwischen zwei Alarmereignissen, die sich auf denselben Alarm beziehen, bezeichnet man als MINT (Minimal Interval). Ein oder mehrere Alarmereignisse werden in einer Alarmnachricht von einem intelligenten Alarmsensor zu einer Alarmzentrale transportiert.

[0031] Wenn z.B. in einem Kessel der beobachtete Druck zu einem Zeitpunkt über eine definierte Grenze steigt, so spricht man von einem Alarmereignis des Druckalarms bezogen auf diesen Zeitpunkt und diesen konkreten Kessel. Der Alarmzustand bleibt erhalten bis entweder der Druck sinkt oder der Alarm zurückgesetzt wird.

[0032] Auf der Abszisse der Figur 1 ist das Fortschreiten der Zeit veranschaulicht. Die Ticks der globalen Zeit sind auf der Zeitachse 100 von 00 bis 40 eingetragen. In Figur 1 tritt zum Zeitpunkt 02 das Alarmereignis 150 eines Alarms auf. Zum Zeitpunkt 27 wird dieser Alarm zurückgesetzt. Im Intervall 120, das ist zwischen den Ticks 02 und 27, dem Aktivintervall des Alarms, ist dieser Alarm im Zustand aktiv. Da der zeitliche Minimalabstand (MINT) 110 zwischen zwei Alarmereignissen dieses Alarms 30 Ticks beträgt, kann das nächste Alarmereignis dieses Alarms erst nach dem Zeitpunkt 32 (Linie 111), z.B. als Alarmereignis 151 zum Zeitpunkt 37, auftreten.

[0033] Figur 2 zeigt vier Zeitpunkte 05, 15, 25 und 35, zu denen die vier Alarmnachrichten 211, 212, 213, 214 gesendet werden können, und die zugehörigen Alarmbeobachtungsintervalle. Zum Zeitpunkt 05 wird am Ende des Alarmbeobachtungsintervalls 221 die Alarmnachricht 211

gesendet. Zum Zeitpunkt 15 wird am Ende des Alarmbeobachtungsintervalls 222 die Alarmanricht 212 gesendet. Zum Zeitpunkt 25 wird am Ende des Alarmbeobachtungsintervalls 223 die Alarmanricht 213 gesendet. Zum Zeitpunkt 35 wird am Ende des Alarmbeobachtungsintervalls 224 die Alarmanricht 214 gesendet.

[0034] Der Zeitstempel des Alarmereignisses 251, das zum Zeitpunkt 17 auftritt, wird in den beiden Alarmanrichten 213 und 214, die zu den Zeitpunkten 25 und 35 gesendet werden, transportiert. Das Alarmereignis 252 ist nur in der zum Zeitpunkt 35 gesendeten Alarmanricht enthalten. In der Alarmanricht 213 ist der Zeitstempel des Alarmereignisses 251 8 Ticks, in der Alarmanricht 214 ist der Zeitstempel des Alarmereignisses 251 18 Ticks, und der des Alarmereignisses 252 4 Ticks. In der folgenden (in Fig. 2 nicht ersichtlichen) Alarmanricht, die zum Zeitpunkt 45 gesendet wird, ist das Alarmereignis 252, nicht jedoch das Alarmereignis 251 enthalten (da es außerhalb des Beobachtungsintervalls dieser Alarmanricht liegt). In den Alarmanrichten 211 und 212 ist kein Alarmereignis enthalten. Deshalb werden die Alarmanrichten 211 und 212 nicht gesendet.

[0035] Wenn in der Kommunikation das TT-Ethernet Protokoll [3] zum Einsatz kommt, so kann die frei werdende Bandbreite infolge nicht gesendeter Alarm Nachrichten zum Transport von Ereignisnachrichten verwendet werden.

[0036] Unabhängig von den Alarmanrichten wird periodisch, z.B. mit einer Fehlererkennungsperiode von 1 Sekunde, eine zeitgesteuerte Fehlererkennungsnachricht von einem intelligenten Sensor an die Alarmzentrale gesendet, um die Funktionstüchtigkeit des intelligenten Alarmsensors zu dokumentieren. In der Fehlererkennungsnachricht ist der Zustand aller Alarme, die unmittelbar vor dem Senden der Fehlererkennungsnachricht aktiv sind, enthalten. (jeweils 1 bit pro Alarm).

[0037] Fig. 3 zeigt eine mögliche Netzwerktopologie eines verteilten Computersystems. Die schwarzen Dreiecke 311 stellen die Alarmquellen dar, die von vier intelligenten Alarmsensoren 321, 322, 323 und 324 beobachtet werden.

[0038] Der intelligente Alarmsensor 321 sendet seine Alarmanrichten über die Verteilereinheit 331 und 341 an die Alarmzentrale 351. Der intelligente Alarmsensor 322 sendet seine Alarmanrichten über die Verteilereinheit 331 und 341 an die Alarmzentrale 351. Der intelligente Alarmsensor 323 sendet seine Alarmanrichten über die Verteilereinheit 333 und 341 an die Alarmzentrale 351. Der intelligente Alarmsensor 324 sendet seine Alarmanrichten über die Verteilereinheit 333 und 341 an die Alarmzentrale 351.

[0039] Vorzugsweise werden die Zeitpunkte des Sendens von mehreren Alarmanrichten, die zur selben Verteilereinheit gesendet, derart synchronisiert, dass die Alarmanrichten gleichzeitig bei der Verteilereinheit eintreffen, so dass die Verteilereinheit die Inhalte mehrerer eintreffender Nachrichten in eine einzige neue Nachricht kopieren kann.

[0040] Zum Beispiel treffen die Alarmanrichten von den intelligenten Alarmsensoren 321 und 322 gleichzeitig bei der Verteilereinheit 331 ein. Die Verteilereinheit 331 packt die Inhalte dieser beiden eintreffenden Nachrichten in eine neue Alarmanricht mit einem Datenfeld, dessen Länge sich aus der Summe der Datenfelder der empfangenen Alarmanrichten ergibt. Die Verteilereinheit 333 verhält sich analog. In der Folge treffen die Alarmanrichten von Verteilereinheiten 331 und 333 gleichzeitig bei der Verteilereinheit 341 ein. Die Verteilereinheit 341 packt die Inhalte dieser beiden eintreffenden Nachrichten in eine neue Alarmanricht mit einem Datenfeld, dessen Länge sich aus der Summe der Datenfelder der empfangenen Alarmanrichten ergibt, und sendet diese Nachricht an die Alarmzentrale 351. Durch diesen Vorgang wird die Anzahl der Alarmanrichten reduziert, was zu einer Entlastung des Kommunikationssystems führt.

[0041] Die Authentizität und Integrität des Dateninhalts einer Alarmanricht kann durch eine elektronische Signatur abgesichert werden. Vorzugsweise wird die elektronische Signatur erst in der folgenden Alarmanricht übertragen, um eine Verzögerung der Alarmmeldung zu vermeiden.

ZITIERTER LITERATUR:

[0042] [1] WO 2012085744. Aoun, M. et al. Device, system and method for handling alarm messages storms in a communication network.

[0043] [2] Kopetz, H. Real-Time Systems-Design Principles for Distributed Embedded Applications. Springer Verlag 2011.

[0044] [3] SAE Standard AS6802 von TT Ethernet. URL: <http://standards.sae.org/as6802>

Patentansprüche

1. Verfahren zum zuverlässigen Transport von Alarmnachrichten in einem verteilten Computersystem, welches Computersystem Komponenten, insbesondere eine Vielzahl von Komponenten, umfasst, wobei es sich bei den Komponenten um Knotenrechner, Verteilereinheiten, Sensoren, vorzugsweise intelligente Sensoren und Aktuatoren, vorzugsweise intelligente Aktuatoren handelt, und wobei alle Komponenten Zugriff auf eine globale Zeit bekannter Präzision haben, und wobei die Knotenrechner, intelligenten Sensoren und intelligenten Aktuatoren über die Verteilereinheiten Nachrichten austauschen,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Computersystem intelligente Alarmsensoren umfasst oder intelligente Alarmsensoren dem Computersystem zugeordnet sind, und wobei
ein intelligenter Alarmsensor zwei Typen von zeitgesteuerten Nachrichten aussendet, Alarmnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Alarmtransportperiode, und Fehlererkennungsnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Fehlererkennungsperiode, und wobei in einer Alarmnachricht die Zeitstempel des Auftretens von Alarmereignissen in einem Alarm-Beobachtungsintervall enthalten sind, wobei das Alarm-Beobachtungsintervall unmittelbar vor dem Senden der Alarmnachricht endet und mindestens doppelt so lang ist wie die Alarmtransportperiode, und wo eine Alarmnachricht nur gesendet wird, wenn mindestens ein Zeitstempel eines Alarmereignisses in der Alarmnachricht enthalten ist, und wobei in den periodischen Fehlererkennungsnachrichten die aktuellen Zustände aller Alarme, die unmittelbar vor dem Senden der Fehlererkennungsnachricht aktiv sind, enthalten sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position des Zeitstempels eines Alarmereignisses in einer Alarmnachricht die Bedeutung des Alarmereignisses bestimmt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sendzeitpunkt einer Alarmnachricht die Epoche für die Zeitstempel der Alarmereignisse, die in dieser Alarmnachricht enthalten sind, festlegt, wobei die Zeitstempel der Alarmereignisse in Bezug auf diese Epoche ausgedrückt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die globale Zeit des Sendzeitpunkts einer sporadische Alarmnachricht in dieser Alarmnachricht enthalten ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitpunkte des Sendens von mehreren Alarmnachrichten, die zu der selben Verteilereinheit gesendet werden, derart synchronisiert sind, dass die Alarmnachrichten gleichzeitig bei der Verteilereinheit eintreffen, und wobei die Inhalte der mehreren gleichzeitig eintreffenden Alarmnachrichten von der Verteilereinheit in eine neue Alarmnachricht zusammengefasst und gegebenenfalls weiter gesendet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Authentizität und Integrität des Dateninhalts einer Alarmnachricht durch eine elektronische Signatur abgesichert ist, und dass diese Signatur in der folgenden Alarmnachricht übertragen wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kommunikation zwischen den Komponenten durch das TT-Ethernet Protokoll geregelt wird.
8. Verteiltes Computersystem, welches Computersystem Komponenten, insbesondere eine Vielzahl von Komponenten, umfasst, wobei es sich bei den Komponenten um Knotenrechner, Verteilereinheiten, Sensoren, vorzugsweise intelligente Sensoren und Aktuatoren, vorzugsweise intelligente Aktuatoren handelt, und wobei alle Komponenten Zugriff auf eine globale Zeit bekannter Präzision haben, und wobei die Knotenrechner, intelligenten Sensoren und intelligenten Aktuatoren über die Verteilereinheiten Nachrichten austauschen,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Computersystem intelligente Alarmsensoren umfasst oder intelligente Alarmsensoren dem Computersystem zugeordnet sind, und wobei

zum zuverlässigen Transport von Alarmnachrichten ein intelligenter Alarmsensor zwei Typen von zeitgesteuerten Nachrichten aussendet, Alarmnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Alarmtransportperiode, und Fehlererkennungsnachrichten mit einer a priori vorgegebenen Fehlererkennungsperiode, und wobei in einer Alarmnachricht die Zeitstempel des Auftretens von Alarmereignissen in einem Alarm-Beobachtungsintervall enthalten sind, wobei das Alarm-Beobachtungsintervall unmittelbar vor dem Senden der Alarmnachricht endet und mindestens doppelt so lang ist wie die Alarmtransportperiode, und wo eine Alarmnachricht nur gesendet wird, wenn mindestens ein Zeitstempel eines Alarmereignisses in der Alarmnachricht enthalten ist, und wobei in den periodischen Fehlererkennungsnachrichten die aktuellen Zustände aller Alarme, die unmittelbar vor dem Senden der Fehlererkennungsnachricht aktiv sind, enthalten sind.

9. Computersystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position des Zeitstempels eines Alarmereignisses in einer Alarmnachricht die Bedeutung des Alarmereignisses bestimmt.
10. Computersystem nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sendzeitpunkt einer Alarmnachricht die Epoche für die Zeitstempel der Alarmereignisse, die in dieser Alarmnachricht enthalten sind, festlegt, wobei die Zeitstempel der Alarmereignisse in Bezug auf diese Epoche ausgedrückt werden.
11. Computersystem nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die globale Zeit des Sendzeitpunkt einer sporadische Alarmnachricht in dieser Alarmnachricht enthalten ist.
12. Computersystem nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitpunkte des Sendens von mehreren Alarmnachrichten, die zu der selben Verteilereinheit gesendet werden, derart synchronisiert sind, dass die Alarmnachrichten gleichzeitig bei der Verteilereinheit eintreffen, und wobei die Inhalte der mehreren gleichzeitig eintreffenden Alarmnachrichten von der Verteilereinheit in eine neue Alarmnachricht zusammengefasst und gegebenenfalls weiter gesendet werden.
13. Computersystem nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Authentizität und Integrität des Dateninhalts einer Alarmnachricht durch eine elektronische Signatur abgesichert ist, und dass diese Signatur in der folgenden Alarmnachricht übertragen wird.
14. Computersystem nach einem der Ansprüche 8 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kommunikation zwischen den Komponenten durch das TT-Ethernet Protokoll geregelt wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

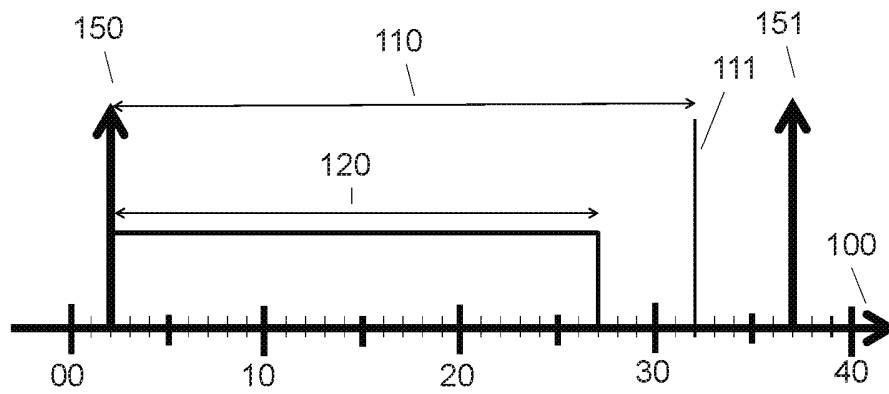


Fig. 1

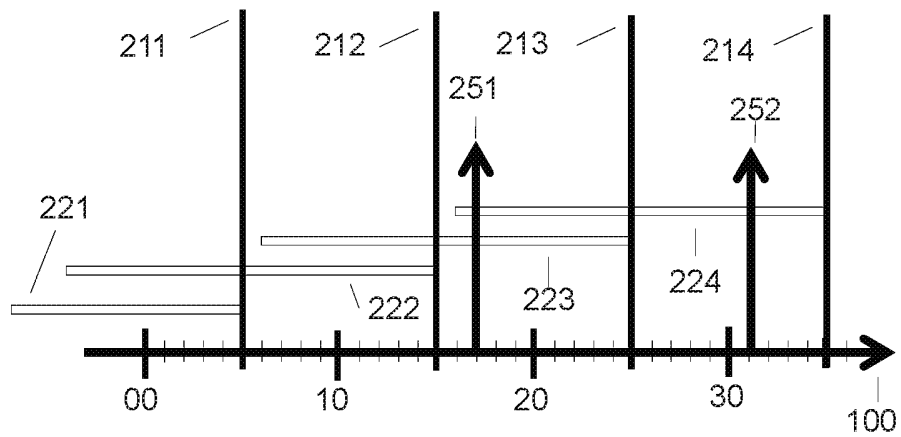


Fig. 2

2/2

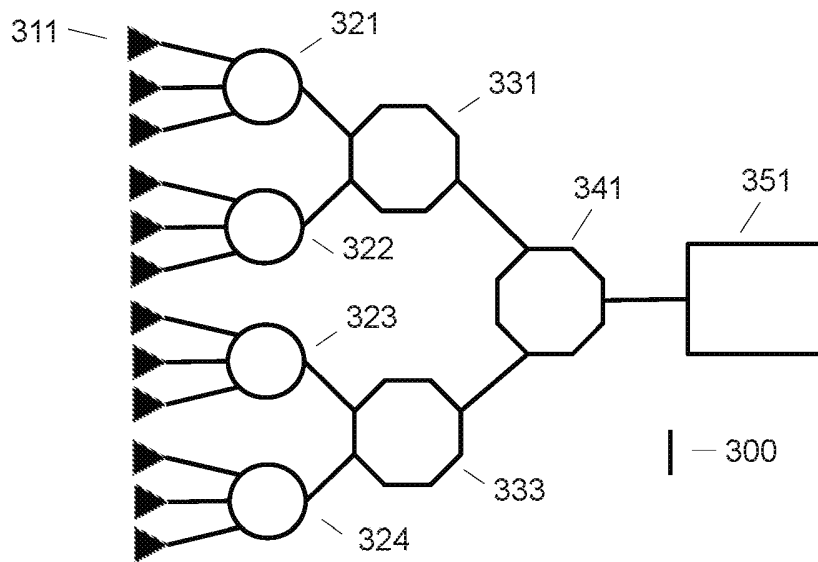


Fig. 3