(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2014 116 219 A1** 2015.05.21

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 116 219.6**
(22) Anmeldetag: **06.11.2014**
(43) Offenlegungstag: **21.05.2015**

(51) Int Cl.: ***G01N 21/35*** (2006.01)
F01K 13/00 (2006.01)
H04N 7/18 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
14/085,079 **20.11.2013** **US**

(71) Anmelder:
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

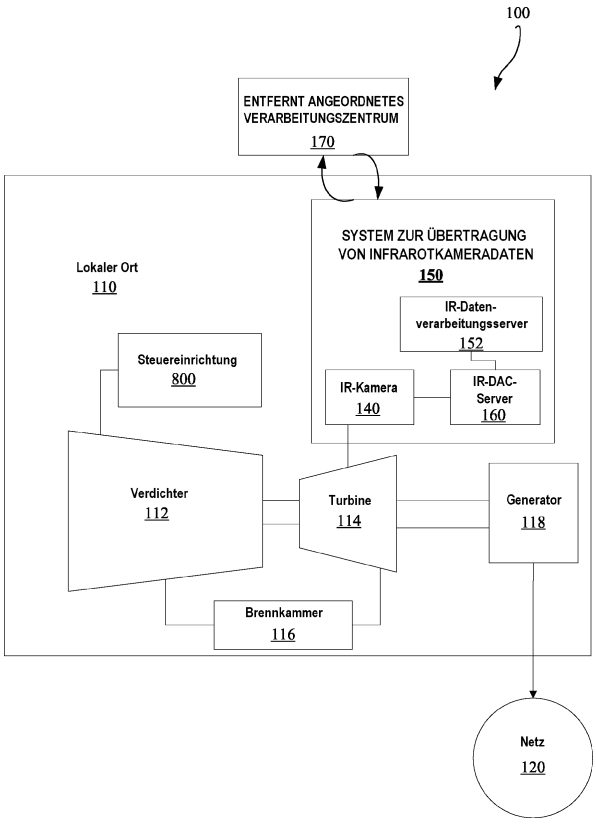
(74) Vertreter:
Rüger, Barthelt & Abel Patentanwälte, 73728 Esslingen, DE

(72) Erfinder:
Griffith, Katrina Marie, Melbourne, Fla., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fernübertragung, Manipulation und Anzeige von Infrarotkameradaten**

(57) Zusammenfassung: Es sind Systeme und Verfahren zur Übertragung, Manipulation und Anzeige von Infrarotkamera-(IR-)Daten geschaffen. Gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung kann ein System eine Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist, um die IR-Daten zu akquirieren, und einen Infrarotkameradatenakquisitionsserver enthalten, der an einem Ort installiert ist, der der Gasturbine zugeordnet und mit der Infrarotkamera kommunikationsmäßig verbunden ist. Der Infrarotkameraserver ist dazu eingerichtet, die IR-Daten von der Infrarotkamera zu empfangen. Ein Infrarotkameradatenverarbeitungsserver dient zur Einstufung der IR-Daten in sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien. Wenigstens teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten werden Bilder erzeugt. Die Bilder werden über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort bereitgestellt, der der Gasturbine zugeordnet ist. Die sensiblen IR-Daten werden verschlüsselt, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen. Die verschlüsselten sensiblen IR-Daten und die nicht sensiblen IR-Daten werden zu einem Verarbeitungszentrum übertragen.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Offenbarung betrifft allgemein Datenverarbeitung und insbesondere Systeme und Verfahren zur Übertragung, Manipulation und Anzeige von Infrarotkameradaten im Zusammenhang mit dem Betrieb von Gasturbinen.

HINTERGRUND

[0002] Angesichts der gegebenen Komplexität und Kosten im Zusammenhang mit modernen industriellen Gasturbinen wird die Zustandsüberwachung sehr wichtig. Ein Ausfall von Gasturbinenbauteilen oder eine Abschaltung aufgrund einer Fehlfunktion kann beträchtliche Kosten zur Folge haben. Heißgaspfadbauteile, wie beispielsweise Turbinenschaufeln, können überwacht werden, um ihren Zustand zu ermitteln und die Restnutzungsdauer einzuschätzen. Die rechtzeitige Entdeckung eventueller struktureller Fehler an den Heißgaspfadbauteilen kann mögliche Verluste vermeiden, die sich aus einer Gasturbinenausfallzeit ergeben können.

[0003] Heißgaspfadbauteile können mittels Infrarotthermographie überwacht werden. Die Infrarotthermographie kann nützliche Daten zur Identifizierung von Defekten und zur Entdeckung von Bereichen zur Überprüfung sowie zur Voraussage eines Wartungszeitschemas für die Gasturbine liefern, und dies alles, während die Gasturbine in Betrieb ist. Allerdings können Daten im Zusammenhang mit der Infrarotthermographie sensible Informationen aufweisen, die nicht für öffentlichen Gebrauch bestimmt sind und sicher übertragen und gespeichert werden müssen.

KURZDARSTELLUNG DER OFFENBARUNG

[0004] Die Offenbarung betrifft Systeme und Verfahren zur Übertragung, Manipulation und Anzeige von Infrarot(IR)-Kameradaten. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist ein Verfahren geschaffen. Das Verfahren kann ein Empfangen der IR-Daten von einer Infrarotkamera enthalten, die einer Gasturbine an einem Ort zugeordnet ist. Die IR-Daten können zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien als sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten eingestuft werden. Wenigstens teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten können Bilder erzeugt werden. Die sensiblen IR-Daten können verschlüsselt werden. Die verschlüsselten sensiblen IR-Daten sowie die nicht sensiblen IR-Daten können zu einem entfernt angeordneten Verarbeitungszentrum übermittelt werden.

[0005] Das zuvor erwähnte Verfahren kann ferner ein Installieren der Infrarotkamera an einer äußeren Abdeckung der Gasturbine und Installieren einer Infrarotkameralinse im Innern der Gasturbine enthalten, wobei die Infrarotkamera über eine Lichtleiterkomponente mit der Infrarotkameralinse verbunden ist.

[0006] In dem Verfahren jeder beliebigen oben erwähnten Art kann das Erzeugen der Bilder ein Erzeugen von Pixeln mit Helligkeiten aufweisen, die Wärmepegeln entsprechen.

[0007] In dem Verfahren jeder beliebigen oben erwähnten Art kann das Verschlüsseln der sensiblen IR-Daten ein Verschlüsseln der thermischen Informationen aufweisen, die Betriebstemperaturen im Zusammenhang mit der Gasturbine kennzeichnen.

[0008] Darüber hinaus kann das Verschlüsseln der sensiblen IR-Daten ein Verschlüsseln eines Maßstabs zur Ermittlung von Temperaturgradienten in den thermischen Informationen aufweisen.

[0009] Außerdem kann das Verfahren der zuvor erwähnten Art ferner ein Erzeugen verfeinerter Ansichten der Bilder zumindest teilweise auf der Grundlage des Maßstabs und der nicht sensiblen IR-Daten aufweisen.

[0010] Darüber hinaus kann das Verfahren der zuvor erwähnten Art ferner aufweisen: Durchführen zusätzlicher Berechnungen zumindest teilweise auf der Grundlage weiterer Daten, die von einem oder mehreren Sensoren empfangen werden, die der Gasturbine zugeordnet sind; und Voraussagen eines Wartungszeitschemas der Gasturbine zumindest teilweise auf der Grundlage der zusätzlichen Berechnungen.

[0011] Zusätzlich oder alternativ kann das Verfahren der oben erwähnten Art, die das Erzeugen verfeinerter Ansichten der Bilder aufweist, ferner ein Anzeigen der verfeinerten Ansichten der Bilder aufweisen, um Funktionsfähigkeitsanalysen im Zusammenhang mit der Gasturbine zu visualisieren.

[0012] In dem Verfahren jeder beliebigen oben erwähnten Art kann das Einstufen der IR-Daten ein Erzeugen eines Satzes von Dateien aufweisen, wobei jede Datei eine vorbestimmte Anzahl von Bildern im Zusammenhang mit einer Turbinenschaufel enthält.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform der Offenbarung ist ein System geschaffen. Das System kann eine Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist, um die IR-Daten zu akquirieren, und einen Infrarotkameradatenakquisitionsserver, der an einem der Gasturbine zugeordneten Ort installiert und mit der Infrarotkamera kommunikationsmäßig verbunden ist, sowie einen Infrarotkameradatenverarbeitungsserver enthalten, der mit dem Infrarotka-

meradatenakquisitionsserver kommunikationsmäßig verbunden ist. Der Infrarotkameradatenakquisitionsserver kann dazu eingerichtet sein, die IR-Daten von der Infrarotkamera zu empfangen. Der Infrarotkameradatenverarbeitungsserver kann dazu eingerichtet sein, die IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien in sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten einzustufen. Wenigstens teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten können Bilder erzeugt werden. Die Bilder können über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort bereitgestellt werden, der der Gasturbine zugeordnet ist. Die sensiblen IR-Daten können verschlüsselt werden, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen. Sowohl die verschlüsselten sensiblen IR-Daten als auch die nicht sensiblen IR-Daten können zu einem Verarbeitungszentrum übertragen werden.

[0014] In dem zuvor erwähnten System kann die Infrarotkamera an einer äußeren Abdeckung der Gasturbine installiert sein, und eine Infrarotkameralinse kann im Innern der Gasturbine installiert sein, wobei die Infrarotkamera über eine Lichtleiterkomponente mit der Infrarotkameralinse verbunden ist.

[0015] Darüber hinaus oder alternativ können die Bilder Pixel mit Helligkeiten aufweisen, die Wärmepegeln entsprechen.

[0016] In dem System jeder beliebigen oben erwähnten Bauart können die sensiblen IR-Daten thermische Informationen aufweisen, die Betriebstemperaturen im Zusammenhang mit der Gasturbine kennzeichnen.

[0017] Zusätzlich können die sensiblen Daten einen Maßstab zur Ermittlung von Temperaturgradienten in den thermischen Informationen aufweisen.

[0018] Außerdem kann das Verarbeitungszentrum in dem System der zuvor erwähnten Bauart in der Lage sein, zumindest teilweise auf der Grundlage des Maßstabs und der nicht sensiblen IR-Daten verfeinerte Ansichten der Bilder zu erzeugen.

[0019] Darüber hinaus kann das Verarbeitungszentrum in dem System der zuvor erwähnten Bauart betriebsfähig sein, um zumindest teilweise auf der Grundlage weiterer Daten, die von einem oder mehreren der Gasturbine zugeordneten Sensoren empfangen werden, zusätzliche Berechnungen durchzuführen und zumindest teilweise auf der Grundlage der Berechnungen ein Wartungszeitschema der Gasturbine voraussagen.

[0020] Zusätzlich oder alternativ kann in dem System der oben erwähnten Bauart, die das Verarbeitungszentrum aufweist, das betriebsfähig ist, um verfeinerte Ansichten der Bilder zu erzeugen, das Verarbeitungszentrum betriebsfähig sein, um die verfeinerten Ansichten der Bilder anzuzeigen, um Funktionsfähigkeitsanalysen im Zusammenhang mit der Gasturbine zu visualisieren.

[0021] In dem System jeder beliebigen oben erwähnten Bauart kann das Einstufen der IR-Daten ein Erzeugen eines Satzes von Dateien aufweisen, wobei jede Datei eine vorbestimmte Anzahl von Bildern im Zusammenhang mit einer Turbinenschaufel aufweist.

[0022] In dem System jeder beliebigen oben erwähnten Bauart können die IR-Daten in vorbestimmten Intervallen akquiriert werden.

[0023] In noch einer weiteren Ausführungsform der Offenbarung ist ein weiteres System zur Übertragung von Infrarotkameradaten geschaffen. Das System kann eine Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist, um die IR-Daten zu akquirieren, einen Infrarotkameradatenakquisitionsserver, der an einem der Gasturbine zugeordneten Ort eingebaut und mit der Infrarotkamera kommunikationsmäßig verbunden ist, einen Infrarotkameradatenverarbeitungsserver, der an einem Ort eingebaut und mit dem Infrarotkameradatenakquisitionsserver kommunikationsmäßig verbunden ist, und ein entfernt angeordnetes Verarbeitungszentrum enthalten. Der Infrarotkameradatenakquisitionsserver kann dazu eingerichtet sein, die IR-Daten von der Infrarotkamera zu empfangen. Ein Infrarotkameradatenverarbeitungsserver kann dazu eingerichtet sein, die IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien in sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten einzustufen. Wenigstens teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten können Bilder erzeugt werden. Die Bilder können über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort bereitgestellt werden, der der Gasturbine zugeordnet ist. Die sensiblen IR-Daten können verschlüsselt werden, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen. Das Verarbeitungszentrum kann dazu eingerichtet sein, die verschlüsselten sensiblen IR-Daten und die nicht sensiblen IR-Daten zu empfangen. Die sensiblen IR-Daten können thermische Informationen, die Betriebstemperaturen im Zusammenhang mit der Gasturbine kennzeichnen, und einen Maßstab zur Ermittlung von Temperaturgradienten in den thermischen Informationen aufweisen. Zumindest teilweise auf der Grundlage des Maßstabs und der verschlüsselten nicht sensiblen IR-Daten kann das Verarbeitungszentrum verfeinerte Ansichten der Bilder erzeugen.

[0024] Weitere Ausführungsformen und Aspekte erschließen sich anhand der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] **Fig.** 1 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine beispielhafte Umgebung und ein System zur Übertragung von Infrarotkameradaten gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

[0026] **Fig.** 2 veranschaulicht ein Beispiel der Positionierung einer Infrarotkamera und ihrer Komponenten an einer Turbine und des Aufzeichnens von IR-Daten gemäß einer nicht beschränkenden Ausführungsform der Offenbarung.

[0027] **Fig.** 3 veranschaulicht eine Benutzerschnittstelle, die ein beispielhaftes Schaufelbild bereitstellt, das zumindest teilweise auf nicht sensiblen IR-Daten basiert, gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

[0028] **Fig.** 4 veranschaulicht eine beispielhafte schadhafte Schaufel gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

[0029] **Fig.** 5 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine Verarbeitung von Rohdaten, die von dem Infrarotkameraort stammen, der der Gasturbine zugeordnet ist, gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

[0030] **Fig.** 6 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine Verarbeitung von Infrarotkameradaten an einem entfernt angeordneten Ort gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

[0031] **Fig.** 7 veranschaulicht anhand eines Prozessflussdiagramms ein beispielhaftes Verfahren zur Übertragung von Infrarotkameradaten gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0032] Die folgende detaillierte Beschreibung enthält Bezugnahmen auf die beigefügten Zeichnungen, die einen Bestandteil der detaillierten Beschreibung bilden. Die Zeichnungen veranschaulichen Darstellungen gemäß beispielhaften Ausführungsformen. Diese beispielhaften Ausführungsformen, die hier auch als "Beispiele" bezeichnet sind, sind ausreichend detailliert beschrieben, um den Fachleuten zu ermöglichen, den vorliegenden Gegenstand in die Praxis umzusetzen. Die beispielhaften Ausführungsformen können kombiniert werden, es können andere Ausführungsformen genutzt werden, oder es können strukturelle, logische und elektrische Änderungen vorgenommen werden, ohne vom Umfang des beanspruchten Gegenstands abzuweichen. Die folgende detaillierte Beschreibung ist daher nicht als beschränkend zu bewerten, und der Schutzumfang ist durch die beigefügten Patentansprüche und deren Äquivalente definiert.

[0033] Gewisse hier beschriebene nicht beschränkende Ausführungsformen betreffen Systeme und Verfahren zur Übertragung, Manipulation und Anzeige von IR-Daten im Zusammenhang mit einer Gasturbine. Eine Gasturbine kann einen Verdichter, eine Brennkammer und Turbinenabschnitte enthalten. Der Verdichter und die Brennkammer bringen unter Druck gesetztes Gas hervor, das zu dem Turbinenabschnitt übertragen wird, wo das Gas in mechanische Energie umgesetzt wird. Der Turbinenabschnitt kann mehrere, gewöhnlich drei, Stufen aufweisen, von denen jede einen Leitapparat und ein Laufrad mit entsprechenden Laufschaufeln aufweisen kann. Die Schaufeln können umlaufende Flächen aufweisen, auf die heiße Gase auftreffen, die von dem Verdichter aufgenommen werden. Die Schaufeln können Betriebsbedingungen der Gasturbine, beispielsweise hohen Temperaturen, hohen Drücken, hohen Drehzahlen, und so fort, ausgesetzt sein. Infolgedessen können die Schaufeln Störungen unterliegen, die durch Korrosion und andere Bedingungen verursacht sein können, wie z.B. Kriechen, Materialermüdung, Zersetzung und so fort. Obwohl Ausführungsformen anhand von Turbinenschaufeln beschrieben sind, sollte klar sein, dass die hier beschriebene Technologie nicht auf die Turbinenschaufeln beschränkt ist und im Zusammenhang mit anderen Heißgaspfadbauteilen einer Gasturbine genutzt werden kann.

[0034] Unerwartete Störungen an Laufschaufeln sind gewöhnlich mit erhöhten Wartungskosten verbunden; darüber hinaus können die schadhaften Teile bewirken, dass die Gasturbine betriebsuntauglich wird. Es kann schwierig sein, den Zustand einer Schaufel zu bewerten und deren Restnutzungsdauer voraussagen, während sich die Gasturbine in Betrieb befindet. Allerdings können mehrere Verfahren, wie beispielsweise Infrarotthermographie, genutzt werden, um die Schaufelfunktionsfähigkeit zu überwachen.

[0035] Die Infrarotthermographie kann eine Infrarotkamera umfassen, die in dem Turbinenabschnitt angeordnet ist, um Infrarotdaten aufzuzeichnen, die Temperaturmuster von Blättern in einer Laufschaufel kennzeichnen. Von der Infrarotkamera stammende Daten können analysiert werden, um zumindest teilweise auf der Grundlage einer Temperaturverteilung Defekte in den Gasturbinenlaufschaufeln zu identifizieren. Somit kann eine Überwachung der Schaufelfunktionsfähigkeit nützliche Informationen liefern, die den Zustand der Rotorblätter der Laufschaufel und gegebenenfalls zu überprüfende Bereiche kennzeichnen. Mit Hilfe dieser Informationen ist es möglich, einen vorzeitigen Schaufelausfall zu verhindern. Allerdings können die von der Infrarotkamera stammenden Daten thermische Informationen aufweisen, die Betriebstemperaturen der Turbine kennzeichnen. Diese Informationen sind möglicherweise

sensibel und müssen als solche gegebenenfalls gesichert werden.

[0036] Gemäß den hier offenbarten Verfahren und Systemen können die Infrarotkameradaten analysiert werden, und es können zumindest teilweise auf der Grundlage vordefinierter Kriterien sensible Daten identifiziert werden. Die sensiblen IR-Daten können extrahiert und zur Übertragung zu einem entfernt angeordneten Speicherort verschlüsselt werden. Die sensiblen IR-Daten können thermische Informationen aufweisen, die genutzt werden können, um Betriebstemperaturen der Gasturbine zu ermitteln.

[0037] Die nicht sensiblen IR-Daten können lokal verarbeitet werden, um Bilder zu erzeugen, die die Funktionsfähigkeit der Schaufel darstellen. Diese Bilder können beispielsweise über einen Netzwerkdienst einem Kunden bereitgestellt werden, der die Gasturbine an dem lokalen Ort betreibt. Der Kunde kann die Bilder nutzen, um Defekte und Bereiche eine zukünftige Inspektion zu identifizieren.

[0038] Nicht sensible IR-Daten sowie die verschlüsselten sensiblen IR-Daten können zu einem entfernt angeordneten Verarbeitungszentrum übertragen werden. Das Verarbeitungszentrum kann verfeinerte Bilder erzeugen, die den Schaufelzustand zumindest teilweise auf der Grundlage sowohl sensibler als auch nicht sensibler Daten darstellen. Die verfeinerten Bilder können Funktionsfähigkeitsanalysen im Zusammenhang mit der Gasturbine visualisieren.

[0039] Das Verarbeitungszentrum kann zumindest teilweise auf der Grundlage der sensiblen und nicht sensiblen Daten und weiterer Daten, die von Sensoren, die der Gasturbine zugeordnet sind, aufgenommen werden, zusätzliche Berechnungen durchführen. Die Berechnungen können genutzt werden, um ein Wartungszeitschema für die Gasturbinenheißgaspfadkomponenten vorauszusagen.

[0040] Die technischen Effekte gewisser Ausführungsformen der Offenbarung können aufweisen, dass sensible Daten im Zusammenhang mit dem Gasturbinenbetrieb gesichert werden, während Informationen zur Bewertung des Zustands und der Restnutzungslebensdauer einer Schaufel bereitgestellt werden. Weitere technische Effekte gewisser Ausführungsformen der Offenbarung können eine sichere Sammlung der sensiblen Daten in einem zentralen Speicher für eine weitere Analyse und Verarbeitung aufweisen.

[0041] Im Folgenden ist die detaillierte Beschreibung verschiedener beispielhafter Ausführungsformen im Zusammenhang mit Systemen und Verfahren zur Übertragung von Infrarotkameradaten unterbreitet.

[0042] Mit Bezugnahme auf **Fig.** 1 veranschaulicht ein Blockschaltbild eine beispielhafte Systemumgebung **100**, die für die Implementierung von Verfahren und Systemen zur Übertragung von Infrarotkameradaten gemäß einer oder mehreren beispielhafte Ausführungsformen geeignet ist. Insbesondere kann die Systemumgebung **100** einen lokalen Ort **110** aufweisen, der einer Gasturbinenanordnung zugeordnet ist, die einen Verdichter **112**, eine mit dem Verdichter **120** verbundene Turbine **114** und eine Brennkammer **116** aufweist. Die Turbine **114** kann einen Generator **118** antreiben, der elektrische Leistung erzeugt und die elektrische Leistung über einen Unterbrecher in ein elektrisches Netz **120** einspeist.

[0043] Der Turbine **114** kann eine Infrarotkamera **140** zugeordnet sein. Beispielsweise kann die Infrarotkamera **140** an der äußeren Abdeckung oberhalb einer Schaufel der Stufe **1** installiert sein. In weiteren Ausführungsformen kann die Infrarotkamera **140** an anderen Orten an der Turbine **140** oder anderweitig installiert sein. Die Infrarotkamera **140** kann eine Komponente eines Systems **150** zur Übertragung von Infrarotkameradaten sein und kann Daten, die von der Turbine **140** aufgezeichnet werden, zu sonstigen Komponenten des Systems **150** übertragen. Beispielsweise kann die Infrarotkamera **140** die Daten zu einem IR-Datenakquisitionsserver **160** übertragen. Ein Infrarotkameradatenverarbeitungsserver **152** kann für eine Eingrenzung der Sensibilität von Daten und für eine Verschlüsselung sensibler Daten zuständig sein. In einigen Ausführungsformen können die Daten, die zu dem [IR-Datenakquisitionsserver **160**] übertragen werden, lediglich nicht sensible Daten umfassen.

[0044] Das System **150** kann die Daten als sensible und als nicht sensible unterscheiden und nicht sensible Daten einem Kunden, der dem lokalen Ort **110** zugeordnet ist, bereitstellen. Darüber hinaus kann das System **150** die sensiblen und nicht sensiblen Daten zu einem entfernt angeordneten Verarbeitungszentrum **170** sicher übertragen. Obwohl das Verarbeitungszentrum **170** als eine gesonderte Komponente gezeigt ist, kann das Verarbeitungszentrum **170** in einigen Ausführungsformen eine Komponente des Systems zur Übertragung von IR-Daten **150** sein.

[0045] Der Verdichter **112**, die Turbine **114** und die Brennkammer **116** können mit der Steuereinrichtung **800** verbunden sein, die die Betriebsvorgänge der Gasturbine steuert. Die Steuereinrichtung **800** kann ein Rechnersystem aufweisen, das einen oder mehrere Prozessoren enthält, die Programme zur Steuerung der Betriebsvorgänge der Gasturbine unter Verwendung von Sensoreingaben, Übertragungsfunktionsausgaben und Befehlen von Bedienpersonen ausführen.

[0046] **Fig.** 2 veranschaulicht ein Beispiel für eine Positionierung **200** einer Infrarotkamera und entsprechender Bauteile an einer Turbine und das Aufzeichnen von IR-Daten gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung. Um die Infrarotkamera **140** einzubauen, kann eine Öffnung in eine Turbinenabdeckung **205** gebohrt werden. In der Öffnung können Lichtleiterkomponenten **220** mit einer Infrarotkameralinse **225** installiert werden. Die Infrarotkameralinse **225** kann positioniert sein, um eine Laufschaufel **210** der Turbine zu beobachten. Der Lichtleiter **220** kann mit einer Infrarotkamera **215** verbunden sein, um Daten von der Infrarotkameralinse **225** zu der Infrarotkamera **215** zu übertragen. Die Infrarotkamera **215** kann außerhalb der Turbine angeordnet sein, so dass lediglich die Infrarotkameralinse **225** und der Lichtleiter **220** dem Arbeitsgas ausgesetzt sind.

[0047] Die Infrarotkamera **215** kann die Temperaturverteilung der Oberfläche der Schaufel **210** aufzeichnen. In einigen Ausführungsformen kann die Infrarotkamera **215** eingestellt werden, um in speziellen Intervallen zu arbeiten. Unverarbeitete Rohdaten **230**, die durch die Infrarotkamera **215** erzeugt sind, können zu einem IR-Server **235** übertragen werden. Der IR-Server **235** kann als ein Teil des Systems zur Übertragung von Infrarotkameradaten **150** die erhaltenen Rohdaten **230** verarbeiten, um sensible Daten zu ermitteln. Beispielsweise können die sensiblen Daten formale thermische Informationen aufweisen, beispielsweise einen Maßstab, der genutzt werden kann, um Betriebstemperaturen der Turbine zu ermitteln. Der IR-Server **235** kann ferner das Bereitstellen nicht sensibler Daten für einen Kunden und eine sichere Übertragung der sensiblen Daten zu der Betriebszentrale sicherstellen. Diese und weitere Operationen im Zusammenhang mit den Daten der Infrarotkamera **215** sind weiter unten mit Bezug auf **Fig.** 6 und **Fig.** 7 eingehender beschrieben.

[0048] Indem nun wieder auf **Fig.** 2 eingegangen wird, können die nicht sensiblen Daten durch den IR-Server **235** aus den Rohdaten **230** extrahiert werden. Der IR-Server **235** kann unter Verwendung nicht sensibler Daten Bilder erzeugen, die Schaufelzustände darstellen. Die Bilder können für jedes Blatt der Schaufel **210** erzeugt werden und können einem Kunden zur Untersuchung bereitgestellt werden. Die Bilder können, wie durch **Fig.** 3 veranschaulicht, über eine Benutzerschnittstelle **302** bereitgestellt werden. Beispielsweise kann ein Schaufelbild **310** schwarzweiß sein. Die Helligkeit des Schaufelbilds **310** kann Wärmepegel anzeigen. Beispielsweise können dunkle Bereiche Schaufelabschnitte mit einem niedrigen Wärmepegel **312** repräsentieren, und helle Bereiche können Abschnitte mit einem hohen Wärmepegel **312** anzeigen. Somit ist ein Anwender in der Lage, Bereiche einer Laufschaufel zu identifizieren, die im Vergleich zu der restlichen Laufschaufel einen höheren Wärmepegel aufweisen. Dies kann eine Einschätzung der Restlebensdauer der Schaufel vereinfachen und Schaufelausfälle, die auf Risse, Fehlstellen, Brüche und so fort zurückzuführen sind, verhindern oder in sonstiger Weise minimieren.

[0049] Das schwarzweiße Schaufelbild **310** enthält Pixel unterschiedlicher Helligkeit, die Temperaturänderungen entsprechen, jedoch ohne einen Maßstab, der tatsächliche Temperaturgradienten anzeigt. Somit können die Daten im Zusammenhang mit dem Schaufelbild **310** als nicht sensibel eingestuft werden. In einigen Ausführungsformen kann das Schaufelbild **310** ein Bild in dem GIFF-Format aufweisen.

[0050] **Fig.** 4 veranschaulicht eine beispielhafte Darstellung **400** einer schadhaften Schaufel **405**, was eine Folge eines Oxidationsprozesses sein kann. Die Oxidation kann beispielsweise durch die Anwesenheit von Verunreinigungen, z.B. Schwefel, Vanadium, Natrium und Kaliumsalzen und/oder Blei, in der Heißgasumgebung hervorgerufen sein. Heiße Oxidation kann eine Zersetzung der Beschichtungsschicht und des Basismetalls der Gasturbinenschaufel beschleunigen, wobei gegebenenfalls Defekte in der Beschichtung und in dem Basismetall hervorgerufen werden, die zu Schaufelausfällen führen. Die Defekte in der Beschichtung können Mustern höherer Erwärmung zugeordnet werden, die sich durch eine Infrarotkamera aufzeichnen lassen.

[0051] **Fig.** 5 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine Verarbeitung von Rohdaten von der Infrarotkamera an einem lokalen Ort, der der Gasturbine zugeordnet ist, gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Offenbarung. Rohdaten von dem Infrarotkameralauf **512** können von einem Infrarotkameraserver **510** entgegengenommen werden. Der Infrarotkameraserver **510** kann ebenfalls an dem lokalen Ort angeordnet sein. Der Infrarotkameraserver **510** enthält eine Datenakquisitionsmaschine, die mit der Infrarotkamera festverdrahtet sein kann. Wenn die Infrarotkamera ausgelöst wird, können die Rohdaten zu dem Infrarotkameraserver **510** übertragen werden, der die Rohdaten zu einem Satz von Datendateien **514** verarbeitet.

[0052] Die Dateien **514** können zumindest teilweise auf der Grundlage einer speziellen Konfiguration der Infrarotkamera für eine spezielle Schaufel erzeugt werden. Die Infrarotkamera kann für jede Schaufel konfiguriert werden, um N Fotos in einem Kameralauf aufzunehmen. Beispielsweise kann die Infrarotkamera in 10 Sekunden oder weniger 45 Fotos für Schaufel 1, 45 Bilder für Schaufel 2, 45 Bilder für Schaufel **3**, und so fort aufzeichnen. Die Bilder und die Daten können in Dateien **514** enthalten sein und pro Kameralauf **512** und pro Schaufel gespeichert werden. Wenn der Kameralauf **512** beendet ist, können die Dateien **514** von dem Infrarotkameraserver **510** entfernt und zu einem Datenverarbeitungsserver **520**

und weiter in einen Verarbeitungsdatenordner **522** übertragen werden. Kopien der Dateien in dem Kameradateienordner **516** können mittels einer geplanten Aufgabe **518** gelöscht werden.

[0053] Der Datenverarbeitungsserver **520** kann die sensiblen Daten von den nicht sensiblen Daten absondern. Falls sie als sensibel ermittelt sind, können die Dateien **514** verschlüsselt werden. In verschiedenen Ausführungsformen kann die Verschlüsselung mittels verschiedener Verschlüsselungstechniken ausgeführt werden, und das Verschlüsselungsniveau kann konfigurierbar sein. Beispielsweise können für diesen Zweck Verschlüsselungsbibliotheken von Java eingesetzt werden. Alternativ kann, beispielsweise unter Verwendung von Bouncy Castle oder ähnlichen Werkzeugen, eine stärkere Verschlüsselung eingesetzt werden.

[0054] Nachdem sie verschlüsselt worden sind, können die Dateien für einen Übertragungsordner **524** bereit sein. Nicht sensible Dateien können unmittelbar in den Übertragungsordner **524** verschoben/kopiert werden. Darüber hinaus können die nicht sensiblen Dateien ausgelesen werden, um Bilddateien zu erzeugen. Beispielsweise können die Bilddateien in dem GIFF-Format gespeichert werden. Bilddateien können verfeinert und zu einem lokalen Bildspeicher **528** und weiter in einen Ordner **530** verarbeiteter Bilder übertragen werden. In dem Ordner **530** verarbeiteter Bilder kann ein beschränkter Satz von nicht sensiblen Dateien zur Durchsicht durch den Kunden aufbewahrt werden. Beispielsweise kann eine periodische Wiederverwendung der Dateien zumindest teilweise in Abhängigkeit von einer Größe vorgenommen werden. In einigen Ausführungsformen können die Daten beispielsweise für 6 Monate aufbewahrt und danach überschrieben werden.

[0055] Ein Webclient kann über einen Webserver **532** auf die Bilder in dem Ordner **530** verarbeiteter Bilder zugreifen. Der Kunde kann die Bilder mittels einer Benutzerschnittstelle betrachten, die dem Webclient zugeordnet ist. Daten in dem Übertragungsordner **524** (eine geplante Aufgabe **526**) können zu einem entfernt angeordneten Speicherort übertragen werden, der einem Verarbeitungszentrum zugeordnet ist. Für die Übertragung der Daten zwischen dem lokalen Ort und dem entfernten Ort kann ein Protokoll des Typs Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) genutzt werden. Nachdem die Dateien übertragen sind, kann eine erfolgreiche Durchführung des Schritts verifiziert werden, und es können Kopien der erfolgreich übertragenen Dateien von dem Übertragungsordner **524** entfernt werden.

[0056] **Fig.** 6 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine Verarbeitung von Infrarotkameradaten an dem entfernten Ort gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der Offenbarung.

[0057] Da die zu dem Verarbeitungszentrum übertragenen Infrarotkameradaten sowohl sensible als auch nicht sensible Daten aufweisen können, kann eine Verarbeitung der Infrarotkameradaten in einem gesicherten Bereich **632** ausgeführt werden. Wenn die Infrarotkameradaten von dem lokalen Kundenort her empfangen sind, der der Gasturbine zugeordnet ist, können sowohl die sensiblen als auch die nicht sensiblen Daten genutzt werden, um verfeinerte Bilder zu erzeugen. Die sensiblen und die nicht sensiblen Daten können auch für andere Zwecke, wie beispielsweise Funktionsfähigkeitsanalysen, Einschätzen der Restlebensdauer der Schaufel und so fort, verwendet werden. Die Daten können von einem Datenverarbeitungsserver **610** des Verarbeitungszentrums empfangen und in dem Übertragungsdatenordner **612** gespeichert werden. Die Daten können sensible und nicht sensible Datendateien **614** aufweisen.

[0058] Die sensiblen Daten können vorläufig zu einem Entschlüsselungsordner **622** verschoben und mittels einer geplanten Aufgabe **616** durch einen Entschlüsselungs-/Verschlüsselungs-(De/En-) Server **620** entschlüsselt werden. Die entschlüsselten Dateien können in einem Verarbeitungsdatenordner **626** auf einem Netzwerkzugangsserver (NAS) **624** gespeichert werden.

[0059] Die nicht sensiblen Dateien können genutzt werden, um in ähnlicher Weise, wie im Falle der Bilderzeugungsschritte, Bilder zu erzeugen, die an dem lokalen Ort verwendet werden. Die an dem lokalen Ort erzeugten Bilder werden möglicherweise nicht übertragen, da die Bilder größer sind als die Rohbildinformationen. Daher können die Bilder in dem Verarbeitungszentrum regeneriert werden. Die erzeugten Bilder können schwarzweiß sein, wobei die Helligkeit die Wärmepegel kennzeichnet, die verschiedenen Bereichen der Schaufel zugeordnet sind. Diese Bilder können in einem Bildverarbeitungsordner **630** auf dem NAS **630** gespeichert werden, wo sie über einen Intranet Web Service **618** für den Zugriff durch einen Experten des Verarbeitungszentrums zur Verfügung stehen.

[0060] Die Bilder können dem Experten bereitgestellt werden, so dass der Experte dieselben Bilder sehen kann wie der Kunde. Zusätzlich zu de für den Kunden verfügbaren Informationen können die Bilder jedoch unter Verwendung der sensiblen Daten verarbeitet werden, um verfeinerte Bilder und verbesserte Analysen hervorzubringen. Eine Verfeinerung der Bilder kann vielfältige Attribute umfassen, die nicht notwendig visueller Natur sind. Einige Attribute können jedoch visuell sein, so dass beispielsweise eine verfeinerte Ansicht zusammen mit dem passenden Maßstab für die Temperaturgradienten bereitgestellt werden kann. Die verfeinerte Ansicht kann durch Experten, die dem Betriebszentrum zugeordnet sind, analysiert und genutzt werden. Darüber hinaus können

einige Berechnungen durchgeführt werden, und Ergebnisse der Berechnungen können gemeinsam mit zusätzlichen Messwerten, die durch andere Sensoren erzeugt werden, genutzt werden, um Schaufelzustandtrends, Vorhersagen, Wartungspläne und so fort zu erzeugen. Die verfeinerten Bilder ermöglichen zu ermitteln, wie lange eine spezielle Schaufel in Stufe **1** oder in weiteren Stufen funktionieren kann, bevor eine eventuelle Wartung erforderlich ist. Die verfeinerten Bilder können dem Experten über den Intranet Web Service **618** durch die Netzwerkbenutzerschnittstelle bereitgestellt werden.

[0061] **Fig.** 7 veranschaulicht anhand eines Prozessflussdiagramms ein beispielhaftes Verfahren **700** zur Übertragung von Infrarotkameradaten gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung. Das Verfahren **700** kann durch eine Verarbeitungslogik ausgeführt werden, die Hardware (z.B. spezifizierte Logik, programmierbare Logik und Mikrocode), Software (beispielsweise Software, die auf einem universellen Computersystem oder einer zweckbestimmten Maschine abgearbeitet wird), oder eine Kombination von beiden enthalten kann. In einer Ausführungsform befindet sich die Verarbeitungslogik in einem Benutzergerät oder auf einem Server. Alternativ kann sich die Verarbeitungslogik teilweise oder ganz auf einem lokalen oder entfernt angeordneten Server oder an anderen Orten befinden. Dem Fachmann wird klar sein, dass Befehle, die als durch das Benutzergerät oder den Server ausgeführt beschrieben sind, tatsächlich durch einen oder mehrere Prozessoren abgerufen und ausgeführt werden können. Das Benutzergerät oder der Server kann auch Speicherkarten, Server und/oder Computerdisks aufweisen. Obwohl das Benutzergerät oder der Server dazu eingerichtet sein kann, einen oder mehrere hier beschriebene Schritte durchzuführen, können andere Einheiten genutzt werden, während sie dennoch in den Schutzbereich vielfältiger Ausführungsformen fallen.

[0062] Wie in **Fig.** 7 gezeigt, kann das Verfahren **700** in dem Prozess **705** mit dem Empfang von IR-Daten von einer Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist, beginnen.

[0063] Beispielsweise kann die Infrarotkamera an der äußeren Abdeckung der Gasturbine angeordnet sein, während eine Infrarotlinse innerhalb der Turbine (beispielsweise der Schaufel der Stufe 1) installiert sein kann, um Schaufelblätter unter Betriebsbedingungen aufzuzeichnen. Die Infrarotkamera und die Infrarotlinse können durch Lichtleiterkomponenten verbunden sein. Die Infrarotkamera kann in einem speziellen Intervall laufen und in einem Kameralauf eine vorgegebene Anzahl von Fotos aufnehmen. Die durch die Infrarotkamera aufgezeichnete Serie von Fotos kann Temperaturmuster jedes Blatts einer Schaufel repräsentieren. Die IR-Daten können lokal an einem Ort empfangen werden, der der Gasturbine zugeordnet ist.

[0064] In dem Prozess **710** können die IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vordefinierter Kriterien als sensible oder nicht sensible IR-Daten eingestuft werden. In einigen Ausführungsformen können sensible Informationen thermische Informationen, z.B. Temperaturgradienten aufweisen, die Betriebstemperaturen der Turbine kennzeichnen. Infolge der Einstufung der IR-Daten kann ein Satz von Dateien erzeugt werden. Jede Datei kann eine vorbestimmte Anzahl von Bildern enthalten, die der Turbinenschaufel zugeordnet sind.

[0065] Die nicht sensiblen IR-Daten können in dem Prozess **715** genutzt werden, um Bilder zu erzeugen, die eine Temperaturverteilung der Schaufel darstellen. Die Bilder können schwarzweiße Wärmekarten sein. Aufgrund der Darstellung von Wärmepegeln der Schaufel durch Helligkeit weisen die Bilder keinen Maßstab auf, und sie können daher nicht verwendet werden, um Betriebstemperaturen der Turbine aufzudecken. Die erzeugten Bilder, die nicht sensible Informationen aufweisen, können in dem Prozess **720** über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort bereitgestellt werden, der der Turbine zugeordnet ist.

[0066] In dem Prozess **725** können als sensibel eingestufte IR-Daten verschlüsselt werden. Die Verschlüsselung kann beispielsweise mittels standardisierten Java-Verschlüsselungsbibliotheken ausgeführt werden. Alternativ können Lösungen von Drittanbietern (beispielsweise Bouncy Castle) genutzt werden. Die verschlüsselten sensiblen IR-Daten und die nicht sensiblen IR-Daten können in dem Prozess **730** zu einem Verarbeitungszentrum übermittelt werden. Das Verarbeitungszentrum kann die sensiblen Daten entschlüsseln und sowohl mittels sensibler als auch nicht sensibler Daten verfeinerte Bilder erzeugen. Die verfeinerten Bilder können einen Maßstab enthalten, der zur Ermittlung von Temperaturgradienten dient, die der Schaufel zugeordnet sind, und können genutzt werden, um Bereiche für eine Überprüfung zu identifizieren und Funktionsfähigkeitsanalysen im Zusammenhang mit der Gasturbine zu visualisieren.

[0067] Darüber hinaus kann das Verarbeitungszentrum Daten empfangen, die mittels eines oder mehrerer im Zusammenhang mit der Gasturbine eingebauter Sensoren erfasst und gemessen und/oder durch die Steuerungseinrichtung **800** berechnet worden sind. Die Daten können aufweisen: Einlasstemperatur, Luftströmung, Brennstoffdurchfluss, Einlassdruck, Auslassdruck, Abgastemperatur, Verdichterausgabedruck, Verdichterausgabetemperatur, Turbinenleistung, Umgebungsdruck, Luftfeuchtigkeit, Feldverteilerdruck, Abgaszündung, in dem

Brennstoff oder in der Umgebung entdeckte Verunreinigungen, und so fort.

[0068] Anhand der oben erwähnten Daten kann das Verarbeitungszentrum zusätzliche Berechnungen durchführen, um ein beginnen für die Gasturbine allgemein und speziell für die durch die Infrarotkamera aufgezeichnete Schaufel vorauszusagen.

[0069] Dementsprechend können gewisse hier beschriebene Ausführungsformen Daten zur Überwachung der Funktionsfähigkeit einer Turbine während des Turbinenbetriebs bereitstellen, während die Geheimhaltung sensibler Daten, die thermische Informationen des Gasturbinenbetriebs betreffen, gesichert ist. Die offenbarten Verfahren und Systeme können sensible Daten verschlüsseln und sicher zu einer Betriebszentrale zur Verarbeitung, Modellierung und Anzeige übertragen.

[0070] Es wird auf Blockschaltbilder von Systemen, Verfahren, Einrichtungen und Computerprogrammprodukten gemäß beispielhaften Ausführungsformen Bezug genommen. Es ist klar, dass zumindest ein Teil der Blöcke der Blockschaltbilder und Kombinationen von Blöcken in den Blockschaltbildern zumindest teilweise durch Computerprogrammanweisungen ausgeführt werden können. Diese Computerprogrammanweisungen können auf einen Universalrechner, Spezialrechner, Computer, der auf Spezialhardware basiert, oder auf eine sonstige programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtungen geladen werden, um eine Maschine hervorzubringen, so dass die Befehle, die auf dem Computer oder der sonstigen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtungen ausgeführt werden, Mittel zur Verwirklichung der Funktionalität zumindest eines Teils der Blöcke der Blockschaltbilder oder von Kombinationen von Blöcken in den erörterten Blockschaltbildern erzeugen.

[0071] Diese Computerprogrammanweisungen können auch in einem von einem Computer lesbaren Speicher gespeichert sein, der in der Lage ist, einen Computer oder eine sonstige programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung zu steuern, um in einer speziellen Weise zu arbeiten, so dass die in dem von einem Computer lesbaren Speicher gespeicherten Befehle einen Herstellungsartikel hervorbringen, der Anweisungsmittel enthält, die die Funktion durchführen, die in dem Block oder den Blöcken spezifiziert ist. Die Computerprogrammanweisungen können auch auf einen Rechner oder auf eine sonstige programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung geladen werden, um die Ausführung einer Reihe von Verfahrensschritten auf dem Computer oder auf der sonstigen programmierbaren Einrichtung zu veranlassen, um ein von dem Computer durchgeführtes Verfahren zu schaffen, so dass die Anweisungen, die auf dem Computer oder auf der sonstigen programmierbaren Einrichtung ausgeführt werden, Schritte zur Durchführung der Funktionen bereitstellen, die in dem Block oder den Blöcken spezifiziert sind.

[0072] Eine oder mehrere Systemkomponenten und ein oder mehrere Elemente der hier beschriebenen Verfahren können durch ein Anwendungsprogramm implementiert werden, das auf einem Betriebssystem eines Computers läuft. Sie können in der Praxis auch im Zusammenhang mit anderen Rechnersystemkonfigurationen, einschließlich Handgeräte, Multiprozessorsysteme, auf einem Mikroprozessor basierender oder programmierbarer Verbraucherelektronik, Minicomputer, Großrechner und dergleichen, verwendet werden.

[0073] Anwendungsprogramme, die Komponenten der hier beschriebenen Systeme und Verfahren sind, können Programmroutinen, Programme, Komponenten, Datenstrukturen und dergleichen enthalten, die gewisse abstrakte Datentypen implementieren und gewisse Aufgaben oder Vorgänge durchführen. In einer verteilten Computerumgebung kann das Anwendungsprogramm (ganz oder teilweise) in einem lokalen Speicher oder in einem sonstigen Speicher angeordnet sein. Darüber hinaus oder alternativ kann das Anwendungsprogramm (ganz oder teilweise) in einem entfernt angeordneten Speicher oder in einem Archiv angeordnet sein, um Umstände zu berücksichtigen, unter denen Aufgaben durch entfernt angeordnete Verarbeitungsvorrichtungen durchgeführt werden, die über ein Kommunikationsnetzwerk verknüpft sind.

[0074] Viele Änderungen und weitere Ausführungsformen der hier dargelegten Beschreibungen von Beispielen, auf die sich diese Beschreibungen beziehen, werden angesichts des des Nutzens der Lehren, die in den vorausgehenden Beschreibungen und den zugehörigen Zeichnungen dargelegt sind, offenkundig. Somit versteht es sich, dass die Offenbarung in vielfältigen Formen verkörpert sein kann und nicht auf die oben beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen beschränkt werden sollte.

[0075] Demzufolge versteht es sich, dass die Offenbarung nicht auf die speziellen offenbarten Ausführungsformen zu beschränken ist und dass Modifikationen und weitere Ausführungsformen in den Schutzbereich der beigefügten Patentansprüche fallen sollen. Obwohl hier spezielle Begriffe verwendet werden, werden diese lediglich in einem generischen und beschreibenden Sinne und nicht für Zwecke einer Beschränkung verwendet.

[0076] Es sind Systeme und Verfahren zur Übertragung, Manipulation und Anzeige von Infrarotkamera-(IR-)Daten geschaffen. Gemäß einer Ausführungsform der Offenbarung kann ein System eine Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist,

um die IR-Daten zu akquirieren, und einen Infrarotkameradatenakquisitionsserver enthalten, der an einem Ort installiert ist, der der Gasturbine zugeordnet und mit der Infrarotkamera kommunikationsmäßig verbunden ist. Der Infrarotkameraserver ist dazu eingerichtet, die IR-Daten von der Infrarotkamera zu empfangen. Ein Infrarotkameradatenverarbeitungsserver dient zur Einstufung der IR-Daten in sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien. Wenigstens teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten werden Bilder erzeugt. Die Bilder werden über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort bereitgestellt, der der Gasturbine zugeordnet ist. Die sensiblen IR-Daten werden verschlüsselt, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen. Die verschlüsselten sensiblen IR-Daten und die nicht sensiblen IR-Daten werden zu einem Verarbeitungszentrum übertragen.

Bezugszeichenliste

Fig. 1

100	Beispielhafte Systemumgebung
110	Lokaler Ort
112	Verdichter
114	Turbine
116	Brennkammer
118	Generator
120	Elektrisches Netz
140	Infrarotkamera/Turbine
150	System/IR-Daten
152	Datenverarbeitungsserver
160	IR-Datenakquisitionsserver
170	Entfernt angeordnetes Verarbeitungszentrum
800	Steuereinrichtung

Fig. 2

152	Datenverarbeitungsserver
200	Beispielhafte Positionierung
205	Turbinenabdeckung
210	Schaufel
215	Infrarotkamera
220	Lichtleiterkomponenten/Lichtleiter
225	Infrarotkameralinse
230	Unverarbeitete Rohdaten
235	IR-Server

Fig. 3

302	Benutzerschnittstelle
310	Schaufelbild
312	Niedriger/hoher Wärmepegel

Fig. 4

400	Beispielhafte Darstellung
405	Schadhafte Schaufel

Fig. 5

510	Infrarotkameraserver
512	Kameralauf
514	Dateien
516	Kameradateienordner
518	Geplante Aufgabe
520	Datenverarbeitungsserver
522	Verarbeitungsdatenordner
524	Übertragungsordner
526	Geplante Aufgabe
528	Lokaler Bildspeicher
530	Ordner verarbeiteter Bilder
532	Webserver

Fig. 6

610	Datenverarbeitungsserver
612	Übertragungsdatenordner
614	Datendateien
616	Geplante Aufgabe
618	Netzwerkdienst
620	Entschlüsselungs-/Verschlüsselungs-(De/En)-Server
622	Entschlüsselungsordner
624	Netzwerkzugangsserver (NAS)
626	Verarbeitungsdatenordner
628	NAS
630	Bildverarbeitungsordner

Fig. 7

700	Beispielhaftes Verfahren
705	Prozess
710	Prozess
715	Prozess
720	Prozess
725	Prozess
730	Prozess

Patentansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von Infrarotkamera-(IR-)Daten, wobei zu dem Verfahren die Schritte gehören:
Empfangen der IR-Daten an einem Ort, der einer Gasturbine zugeordnet ist, von einer Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist;
Einstufen der IR-Daten als sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien;
Erzeugen von Bildern zumindest teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten;
Bereitstellen der Bilder über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort, der der Gasturbine zugeordnet ist;

Verschlüsseln der sensiblen IR-Daten, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen; und
Übertragen der verschlüsselten sensiblen IR-Daten und der nicht sensiblen IR-Daten zu einem Verarbeitungszentrum.

2. Verfahren nach Anspruch 1, zu das ferner ein Installieren der Infrarotkamera an einer äußeren Abdeckung der Gasturbine und Installieren einer Infrarotkameralinse im Innern der Gasturbinen aufweist, wobei die Infrarotkamera mit der Infrarotkameralinse über eine Lichtleiterkomponente verbunden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Erzeugen der Bilder ein Erzeugen von Pixeln mit Helligkeiten, die Wärmepegeln entsprechen, aufweist; und/oder wobei die IR-Daten in vorbestimmten Intervallen akquiriert werden.

4. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das Verschlüsseln der sensiblen IR-Daten ein Verschlüsseln der thermischen Informationen aufweist, die Betriebstemperaturen im Zusammenhang mit der Gasturbine kennzeichnen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Verschlüsseln der sensiblen IR-Daten ein Verschlüsseln eines Maßstabs zur Ermittlung von Temperaturgradienten in den thermischen Informationen aufweist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, das ferner ein Erzeugen verfeinerter Ansichten der Bilder zumindest teilweise auf der Grundlage des Maßstabs und der nicht sensiblen IR-Daten aufweist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, das ferner aufweist:
Durchführen zusätzlicher Berechnungen zumindest teilweise auf der Grundlage weiterer Daten, die von einem oder mehreren Sensoren empfangen werden, die der Gasturbine zugeordnet sind; und
Voraussagen eines Wartungszeitschemas der Gasturbine zumindest teilweise auf der Grundlage der zusätzlichen Berechnungen; und/oder
Anzeigen der verfeinerten Ansichten der Bilder, um Funktionsfähigkeitsanalysen im Zusammenhang mit der Gasturbine zu visualisieren.

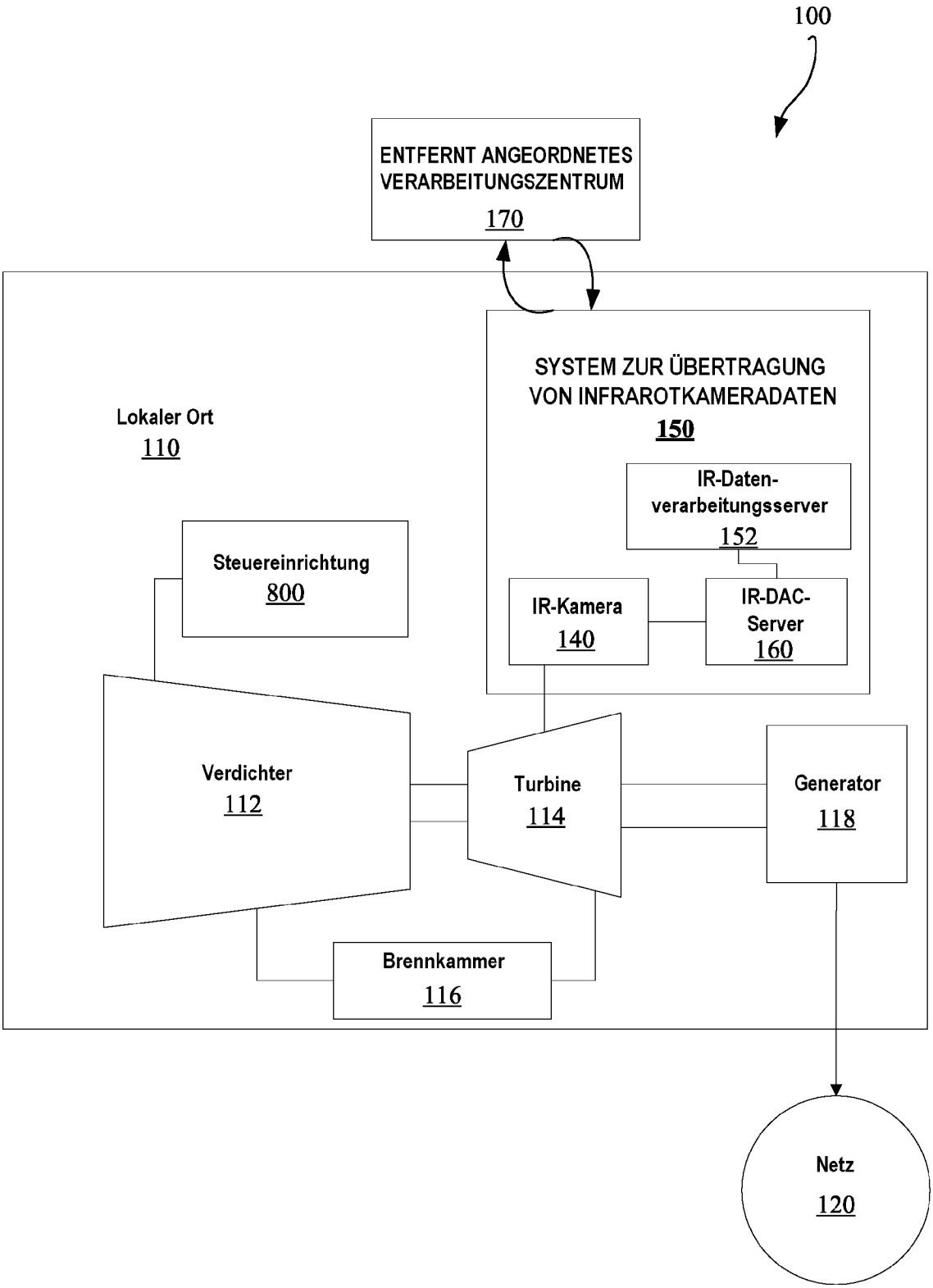
8. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche, wobei das Einstufen der IR-Daten ein Erzeugen eines Satzes von Dateien aufweist, wobei jede Datei eine vorbestimmte Anzahl von Bildern, die einer Turbinenschaufel zugeordnet sind, aufweist.

9. System zur Übertragung von Infrarotkamera-(IR-)Daten, wobei das System aufweist:
eine Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist, um die IR-Daten zu akquirieren; und
einen Infrarotkameradatenakquisitionsserver, der an einem der Gasturbine zugeordneten Ort installiert und mit der Infrarotkamera kommunikationsmäßig verbunden ist, wobei der Infrarotkameradatenakquisitionsserver eingerichtet ist, um:
die IR-Daten von der Infrarotkamera zu empfangen;
die IR-Daten durch den Infrarotkameradatenverarbeitungsserver in sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien einzustufen;
Bilder zumindest teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten zu erzeugen;
die Bilder über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort, der der Gasturbine zugeordnet ist, bereitzustellen;
die sensiblen IR-Daten zu verschlüsseln, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen; und
die verschlüsselten sensiblen IR-Daten und die nicht sensiblen IR-Daten zu einem Verarbeitungszentrum zu übertragen.

10. System zur Übertragung von Infrarotkamera-(IR-)Daten, wobei das System aufweist:
eine Infrarotkamera, die einer Gasturbine zugeordnet ist, um die IR-Daten zu akquirieren;
einen Infrarotkameradatenakquisitionsserver, der an einem der Gasturbine zugeordneten Ort installiert und mit der Infrarotkamera kommunikationsmäßig verbunden ist, wobei der Infrarotkameradatenakquisitionsserver eingerichtet ist, um:
die IR-Daten von der Infrarotkamera zu empfangen;
die IR-Daten durch den Infrarotkameradatenverarbeitungsserver in sensible IR-Daten und nicht sensible IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien einzustufen;
Bilder zumindest teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten zu erzeugen;
die Bilder über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort, der der Gasturbine zugeordnet ist, bereitzustellen;
die sensiblen IR-Daten zu verschlüsseln, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen; und
ein Verarbeitungszentrum, das eingerichtet ist, um:
die verschlüsselten sensiblen IR-Daten und die nicht sensiblen IR-Daten zu empfangen, wobei die sensiblen IR-Daten thermische Informationen, die Betriebstemperaturen im Zusammenhang mit der Gasturbine kennzeichnen, und einen Maßstab zur Ermittlung von Temperaturgradienten in den thermischen Informationen aufweisen; und
verfeinerte Ansichten der Bilder zumindest teilweise auf der Grundlage des Maßstabs und der verschlüsselten nicht sensiblen IR-Daten zu erzeugen.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



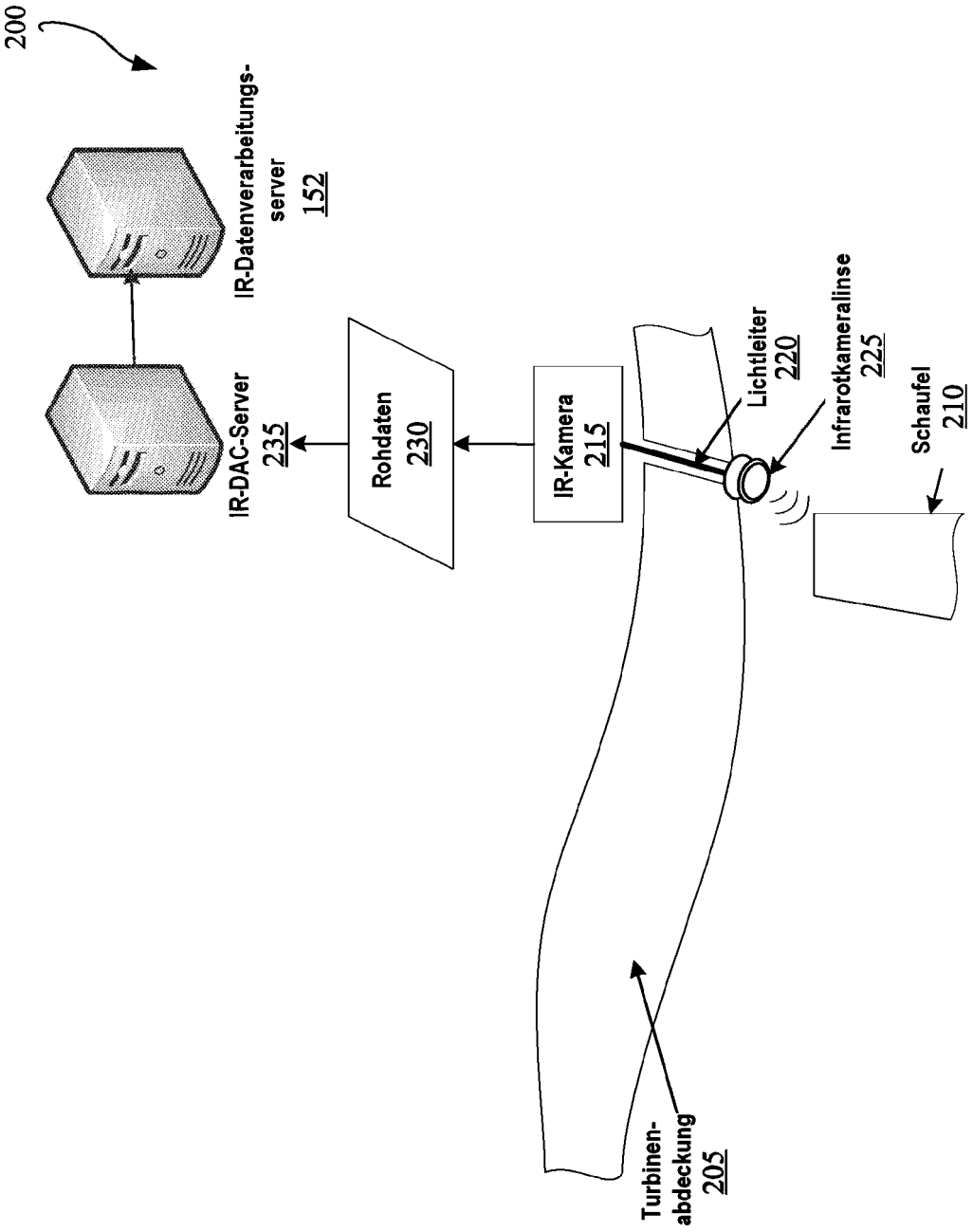

200
IR-Datenverarbeitungs-server 152
IR-DAC-Server 235
Rohdaten 230
IR-Kamera 215
Lichtleiter 220
Infrarotkameralinse 225
Schaufel 210
Turbinen-abdeckung 205

FIG. 2

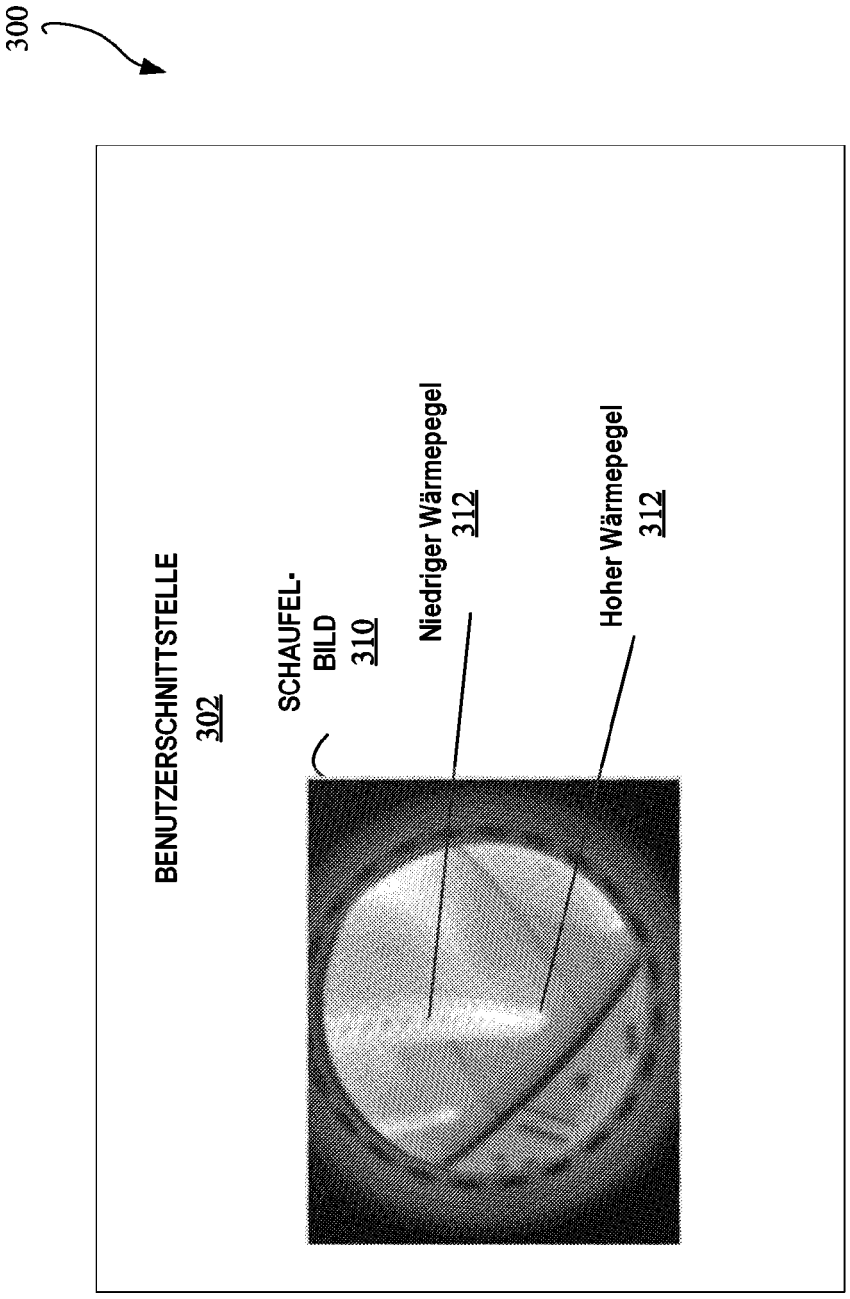

300
BENUTZERSCHNITTSTELLE
302
SCHAUFEL-BILD
310
Niedriger Wärmepegel
312
Hoher Wärmepegel
312

FIG. 3

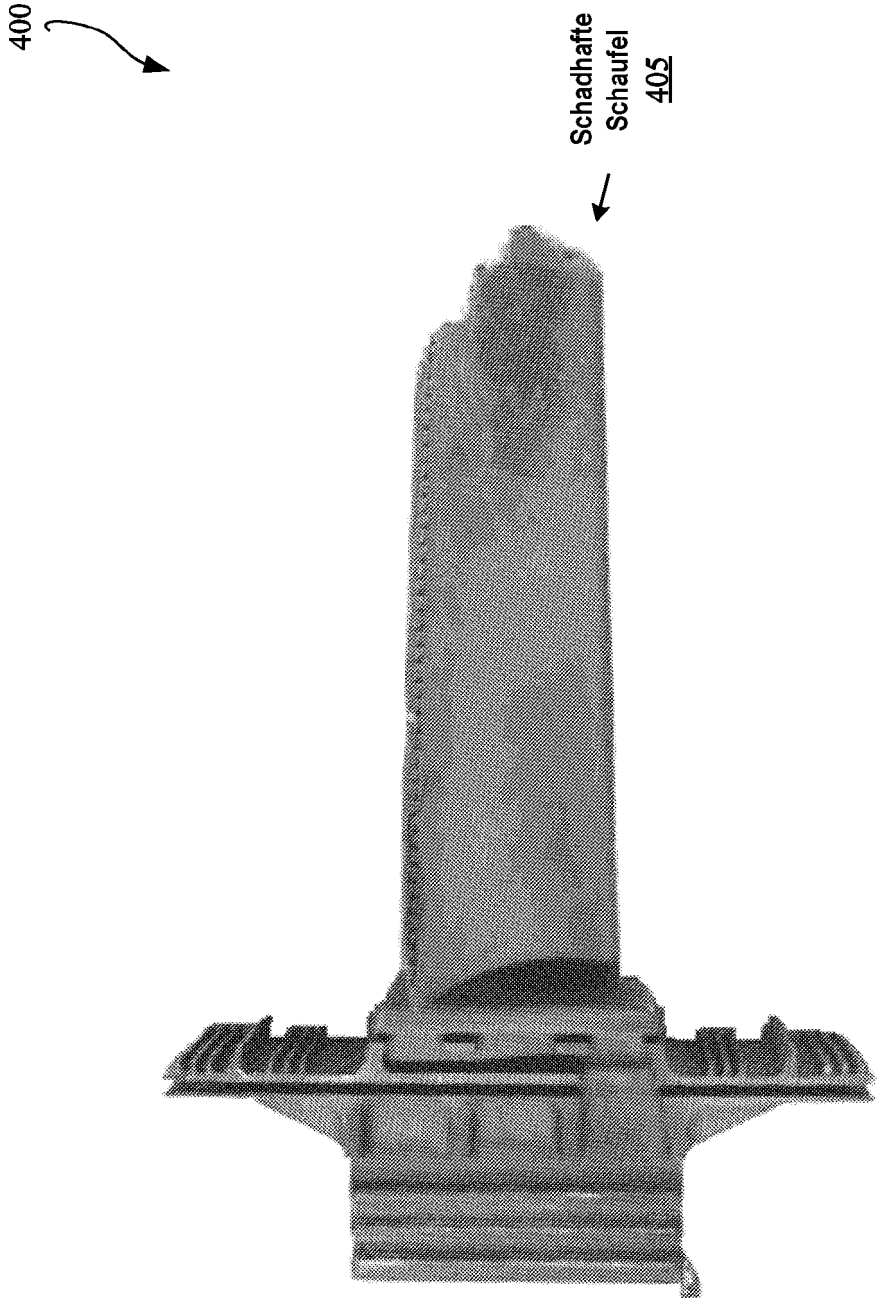


FIG. 4

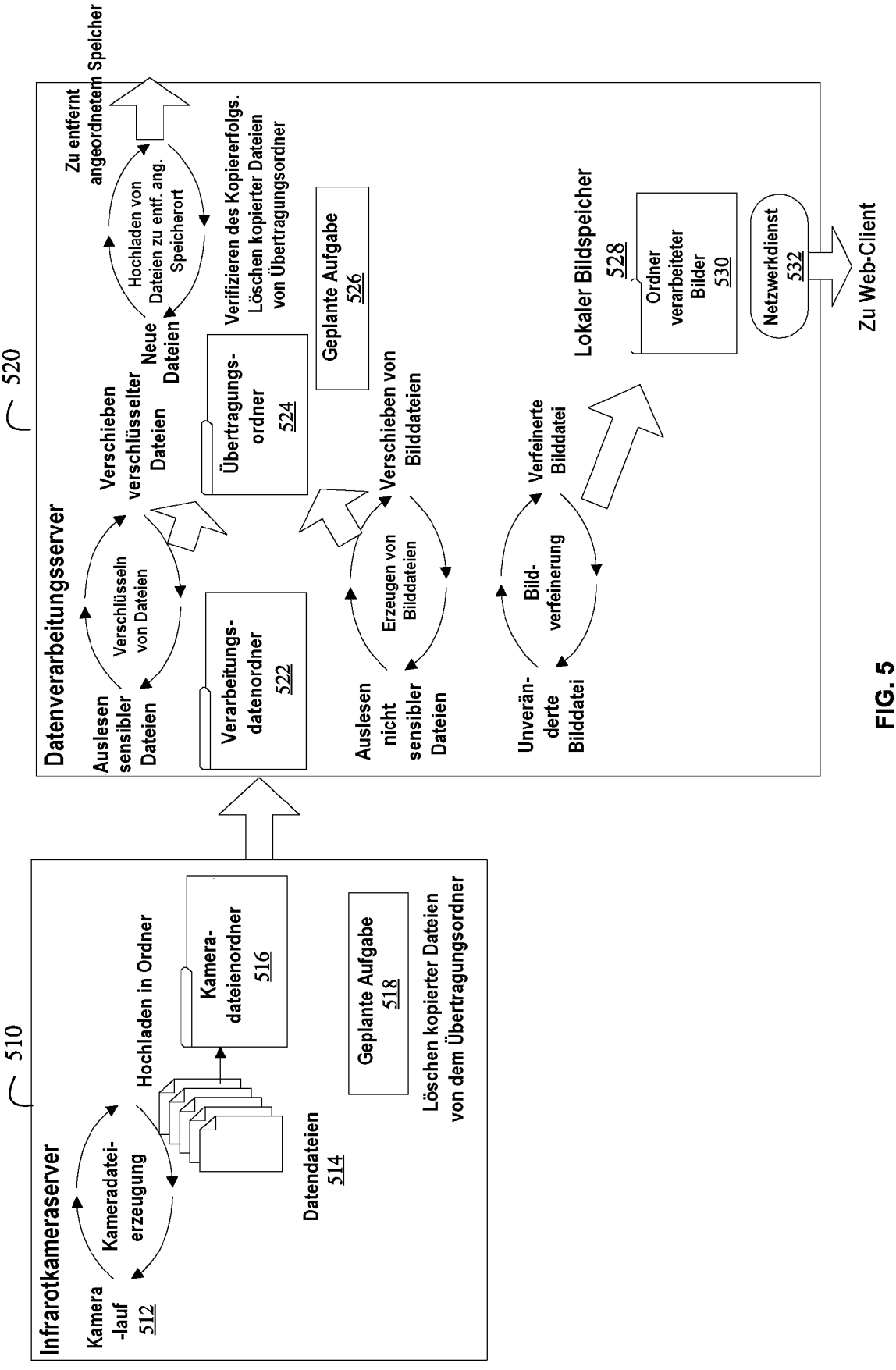

510
Infrarotkameraserver
Kamera -lauf 512
Kameradatei-erzeugung
Hochladen in Ordner
Kamera-dateienordner 516
Datendateien 514
Geplante Aufgabe 518
Löschen kopierter Dateien von dem Übertragungsordner
520
Datenverarbeitungsserver
Auslesen sensibler Dateien
Verschlüsseln von Dateien
Verarbeitungs-datenordner 522
Verschieben verschlüsselter Dateien
Übertragungs-ordner 524
Neue Dateien
Hochladen von Dateien zu entf. ang. Speicherort
Zu entfernt angeordnetem Speicher
Verifizieren des Kopiererfolgs. Löschen kopierter Dateien von Übertragungsordner
Geplante Aufgabe 526
Auslesen nicht sensibler Dateien
Erzeugen von Bilddateien
Verschieben von Bilddateien
Unverän-derte Bilddatei
Bild-verfeinerung
Verfeinerte Bilddatei
Lokaler Bildspeicher 528
Ordner verarbeiteter Bilder 530
Netzwerkdienst 532
Zu Web-Client

FIG. 5

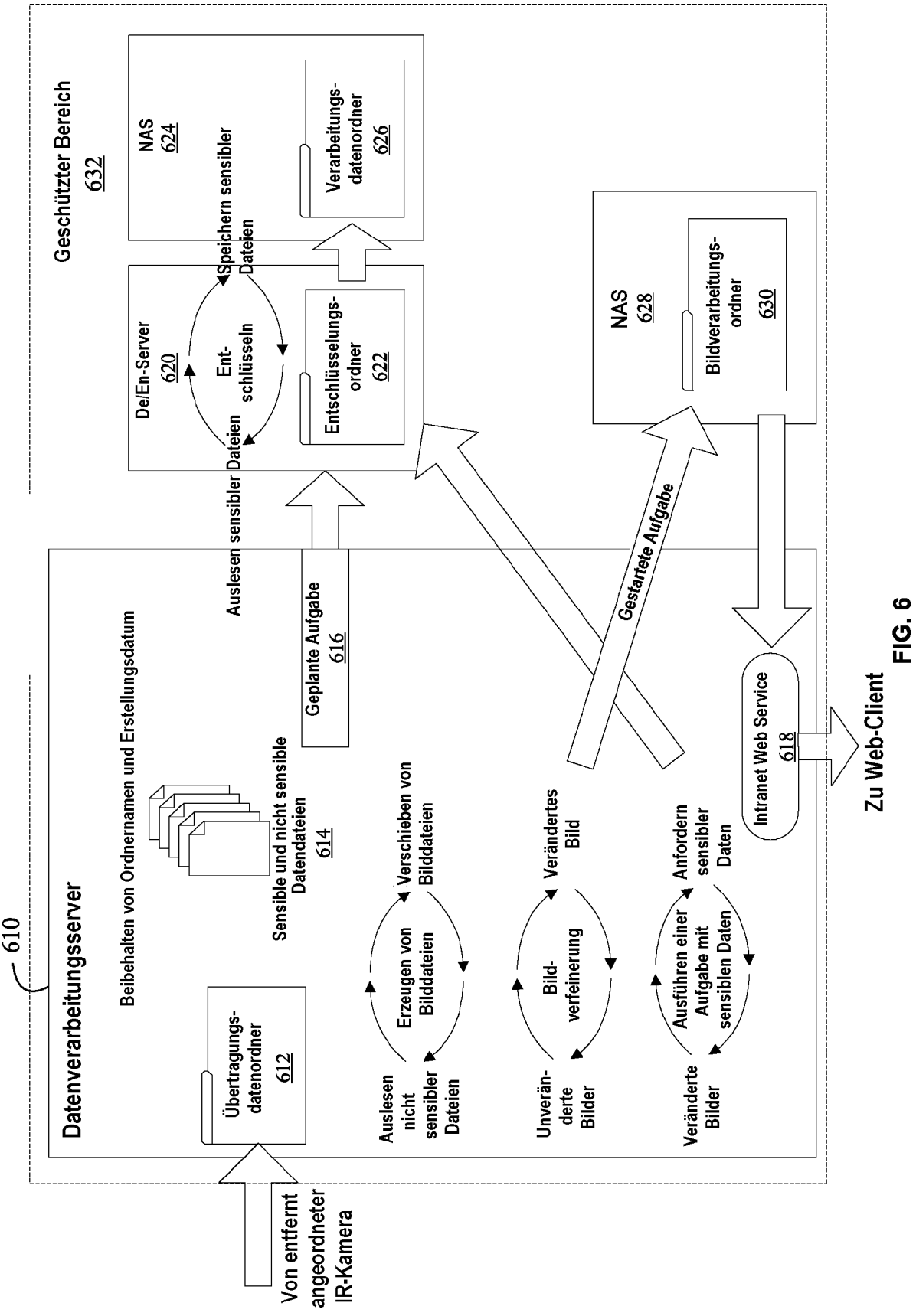

Geschützter Bereich
632
NAS
624
Verarbeitungs-
datenordner
626
Speichern sensibler
Dateien
De/En-Server
620
Ent-
schlüsseln
Entschlüsselungs-
ordner
622
Auslesen sensibler Dateien
NAS
628
Bildverarbeitungs-
ordner
630
Gestartete Aufgabe
610
Datenverarbeitungsserver
Beibehalten von Ordnernamen und Erstellungsdatum
Geplante Aufgabe
616
Sensible und nicht sensible
Datendateien
614
Verschieben von
Bilddateien
Veränder-
tes Bild
Anfordern
sensibler
Daten
Intranet Web Service
618
Übertragungs-
datenordner
612
Erzeugen von
Bilddateien
Bild-
verfeinerung
Ausführen einer
Aufgabe mit
sensiblen Daten
Auslesen
nicht
sensibler
Dateien
Unverän-
derte
Bilder
Veränderte
Bilder
Von entfernt
angeordneter
IR-Kamera
Zu Web-Client

FIG. 6

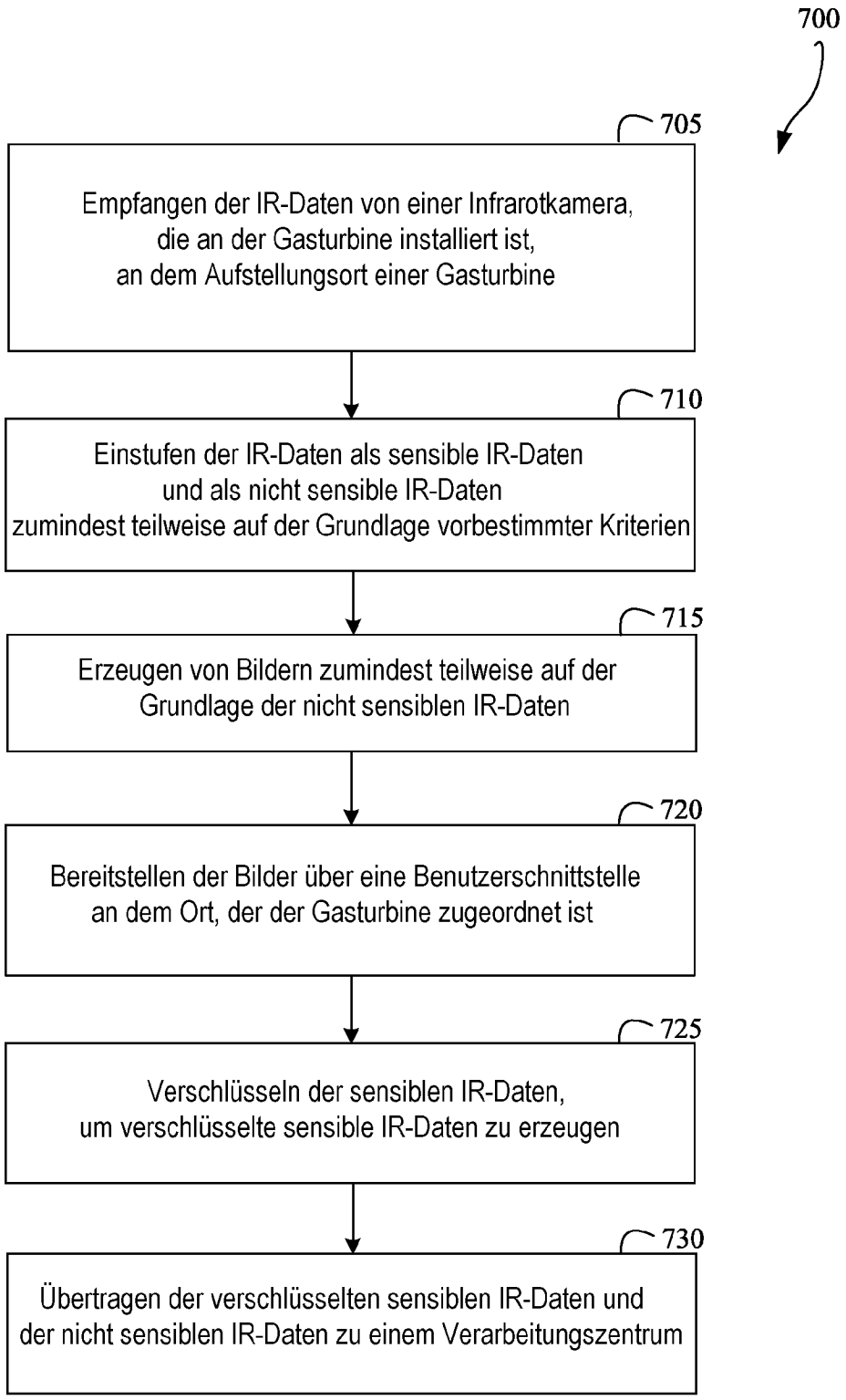

700
705
Empfangen der IR-Daten von einer Infrarotkamera, die an der Gasturbine installiert ist, an dem Aufstellungsort einer Gasturbine
710
Einstufen der IR-Daten als sensible IR-Daten und als nicht sensible IR-Daten zumindest teilweise auf der Grundlage vorbestimmter Kriterien
715
Erzeugen von Bildern zumindest teilweise auf der Grundlage der nicht sensiblen IR-Daten
720
Bereitstellen der Bilder über eine Benutzerschnittstelle an dem Ort, der der Gasturbine zugeordnet ist
725
Verschlüsseln der sensiblen IR-Daten, um verschlüsselte sensible IR-Daten zu erzeugen
730
Übertragen der verschlüsselten sensiblen IR-Daten und der nicht sensiblen IR-Daten zu einem Verarbeitungszentrum

FIG. 7