

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6581844号
(P6581844)

(45) 発行日 令和1年9月25日 (2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日 (2019.9.6)

(51) Int. Cl.	F 1
EO2F 9/20 (2006.01)	EO2F 9/20 N
HO4N 7/18 (2006.01)	HO4N 7/18 A
	HO4N 7/18 J

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2015-165887 (P2015-165887)	(73) 特許権者	000005522
(22) 出願日	平成27年8月25日 (2015.8.25)		日立建機株式会社
(65) 公開番号	特開2017-43924 (P2017-43924A)		東京都台東区東上野二丁目16番1号
(43) 公開日	平成29年3月2日 (2017.3.2)	(74) 代理人	110001689
審査請求日	平成30年3月1日 (2018.3.1)		青稜特許業務法人
		(72) 発明者	竹内 隆
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	藤原 亮介
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	片岸 誠
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 建設機械の遠隔操作システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操縦装置からの制御信号を無線により受信し、前記制御信号に基づいて、動作が制御される建設機械であって、

建設機械の周囲を撮像するカメラと、

前記カメラで撮影した映像データのデータ量を圧縮する映像圧縮装置と、

前記映像圧縮装置により圧縮された映像データを前記操縦装置に送信する無線通信装置と、

前記制御信号に基づいて、前記無線により送信される映像データの送信条件を制御する、通信制御部を有し、

前記建設機械は上部旋回体と下部走行体から構成され、

前記上部旋回体は前記下部走行体に対して旋回する機構を有し、

前記映像圧縮装置は映像フレーム間の差分データを送信することにより映像データを圧縮する機能を有し、

前記制御信号が旋回指示であるとき、前記通信制御部は、前記制御信号が旋回以外の指示であるときよりも前記カメラで撮影した映像の解像度を下げよう前記映像圧縮装置に指令を行い、

前記カメラで撮影した映像データが無線通信のQoS (Quality of Service) を制御できる無線基地局に送信されるとき、

前記制御信号が旋回指示であるとき、前記無線基地局に対して、前記制御信号が旋回以

外の指示であるときよりもデータ量の大きいデータ伝送帯域を確保するようQoS設定を変更することを特徴とする建設機械。

【請求項2】

前記制御信号が前記下部走行体の移動を指示するものであるとき、前記通信制御部は、前記制御信号が前記下部走行体の移動を指示するものでないときよりも前記カメラで撮影した映像の解像度を下げよう前記映像圧縮装置に指令を行うことを特徴とする、

請求項1記載の建設機械。

【請求項3】

前記制御信号が旋回指示であるとき、前記通信制御部は、前記制御信号が旋回以外の指示であるときよりも前記カメラで撮影した映像の解像度を下げるとともに、フレームレートを上げることがないように前記映像圧縮装置に指令を行うことを特徴とする、請求項1記載の建設機械。

10

【請求項4】

前記カメラを複数備え、

前記通信制御部は、前記制御信号に応じて前記複数のカメラから取得される前記映像データの優先度を決定するとともに、前記制御信号と前記優先度に基づいて、前記カメラ毎に映像データのデータ量を制御する、請求項1記載の建設機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、建設機械、特に油圧ショベルの遠隔操作映像伝送装置、システム、及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、災害復旧現場、ダム建設現場、トンネル掘削現場、火山活動の影響が懸念される現場など、人が立ち入ることが危険な作業現場において、無人の建設機械を効率良く運用し、施工や監視を安全に行うことが望まれている。このような無人の建設機械の一つとして、遠隔地から操作（操縦）できる遠隔操作型の建設機械が検討されている。例えば特開平11-93220によれば、現場の建設機械にカメラを搭載し、そのカメラで撮像した映像を現場から離れた場所でモニタに表示させ、このモニタの表示映像を見て、建設機械に所定の作業を行うように指示する建設機械用遠隔操作装置が提案されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平11-93220号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に示される遠隔操作装置において、現場の建設機械は無線ネットワークで接続されており、通常、建設機械が利用可能な伝送容量は限られている。例えば建設機械がカメラで撮像した動画像を送信している場合を考える。通常、ある時刻t1を基準として、その後の時刻t2の映像データを送信する場合、カメラの動画像はその前の時刻t1との差分を映像データとして伝送する。このため、建設機械が旋回動作等を行った場合や、カメラがパンする、あるいは、カメラに映りこむ機械の一部（例えばアームやバケットなど）が動くなどした場合、映像の動きが大きくなることから、伝送路を通るデータ量が一時的に増加することが考えられる。このため、伝送路において輻輳によるデータパケットの欠落（ロス）が生じる可能性がある。特に複数の遠隔建設機械が動作しているような現場では、それぞれの建設機械が同時に旋回動作を行うことは十分に考えられ、データの増加、およびそれに伴うパケットロスにより深刻な問題となる。データの欠落は、モニタ画像の視認性を低下させ、作業効率を低下させる可能性がある。

40

50

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明の一つの側面は、操縦装置からの制御信号を無線により受信し、制御信号に基づいて、一部または全部の機械的な動作が制御される建設機械であって、周囲の映像を撮影するカメラと、カメラで撮影した映像データを操縦装置に無線により送信する無線通信装置と、制御信号に基づいて、無線により送信される映像データの送信条件を制御する、通信制御部を有する建設機械である。

【0006】

本発明の典型的な具体例では、カメラで撮影した映像データを圧縮する映像エンコーダを備え、無線通信装置は、映像エンコーダで圧縮された映像データを操縦装置に無線により送信し、通信制御部は、映像エンコーダの圧縮率を制御する。

10

【0007】

本発明の他の具体例である油圧制御機械等の場合、制御信号の入力があるってから、実際に被制御手段が動作を始めるまでにタイムラグが生じる。そのタイムラグの時間を利用して送信データの品質を制御することにより、パケットロス等を減らすことができる。

【0008】

また本発明の他の具体例では、MPEG等の動画圧縮技術を用いて動画を伝送する。即ち、映像データを無線送信等する場合、例えば、ある時刻 t_1 を基準として、その後の時刻 t_2 において映像データを送信する場合、時刻 t_2 のデータは、カメラ等の画像データのすべてを送信するのではなく、その前の時刻 t_1 のデータとの差分を送ることを前提としており、その差分量が大きいほど、コマ落ちなどが生じやすい。従って、本発明はMPEG等の動画圧縮技術を用いて動画を伝送する技術に適用して、大きな効果が期待できる。

20

【発明の効果】**【0009】**

本発明によると、建設機械の信頼性の高い遠隔操作を実現できる。

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】本発明の第1の実施形態に係る遠隔操縦システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係る通信制御部の制御例を示した表図である。

30

【図3】本発明の第2の実施形態に係る遠隔操縦システムの構成を示したブロック図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る無線基地局のQoS制御方法を示したチャート図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る通信制御部の制御例を示した表図である。

【図6】本発明の第3の実施形態に係る遠隔操縦システムの構成を示したブロック図である。

【図7】本発明の第1、2、3の実施形態に係るカメラ優先度制御の例を示した表図である。

【図8】本発明の第5の実施形態に係る通信制御部の制御例を示したブロック図である。

40

【図9】遠隔操縦システムの概念を示した図である。

【図10】本発明の第1の実施形態に係る図2の例における制御のフローを示した図である。

【図11】本発明の第1の実施形態に係る制御のフローの例を示した図である。

【図12】本発明の第2の実施形態に係る図5の例における制御のフローを示した図である。

【発明を実施するための形態】**【0011】**

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。本発明の思想ないし趣旨から逸脱

50

しない範囲で、その具体的構成を変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。

【 0 0 1 2 】

以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、重複する説明は省略することがある。

【 0 0 1 3 】

本明細書等における「第 1」、「第 2」、「第 3」などの表記は、構成要素を識別するために付するものであり、必ずしも、数または順序を限定するものではない。また、構成要素の識別のための番号は文脈毎に用いられ、一つの文脈で用いた番号が、他の文脈で必ずしも同一の構成を示すとは限らない。また、ある番号で識別された構成要素が、他の番号で識別された構成要素の機能を兼ねることを妨げるものではない。

10

【 0 0 1 4 】

図面等において示す各構成の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面等に関連された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

【 0 0 1 5 】

本発明の実施例では、以下の構成が詳細に説明される。

【 0 0 1 6 】

本実施例を説明するにあたり、まず遠隔操縦システムの概念図を図 9 に示す。例えば建設機械 1 2 0 5 にはカメラ 1 2 0 6 が取り付けられており、カメラ 1 2 0 6 で取得した映像信号をネットワーク 1 2 0 4 を介して取得することができる。ネットワーク 1 2 0 4 から取得した映像はモニタ 1 2 0 3 に投影され、オペレータ 1 2 0 1 はモニタ 1 2 0 3 の映像を見ながら操縦桿 1 2 0 2 を操作する。このとき、操縦桿 1 2 0 2 からの制御信号はネットワーク 1 2 0 4 を介して建設機械 1 2 0 5 に伝達され、当該制御信号に応じて建設機械 1 2 0 5 が所定の動作を行う。

20

【 実施例 1 】

【 0 0 1 7 】

〔 システム構成 〕

図 1 は本発明の第 1 の実施形態に関わる建設機械の遠隔操縦システムを示した図である。図 1 において、建設機械 1 2 2 は操縦装置 1 2 1 から遠隔操縦される。操縦装置 1 2 1 の操作部 1 1 4 から制御信号が入力され、その制御信号は無線基地局 1 1 1 を介して建設機械 1 2 2 の無線通信装置 1 0 6 に送られる。制御信号を受信した無線通信装置 1 0 6 は、駆動制御部 1 0 4 に受信した制御内容を伝達する。駆動制御部 1 0 4 は、アクチュエータ 1 0 5 を機械式、電動式、あるいは油空圧式に制御する。

30

【 0 0 1 8 】

建設機械 1 2 2 にはカメラ 1 0 1 が取り付けられており、カメラ 1 0 1 からの映像データは映像エンコーダ 1 0 2 によって圧縮される。通常、映像データの圧縮は、第一のフレームを基準とし、第二のフレームデータを伝送する際に、第一のフレームと第二のフレームの差分データのみを映像データとして伝送することにより行われる。圧縮された映像データは無線伝送路を介して操縦装置 1 2 1 側に伝送される。映像データは映像デコーダ 1 1 2 によって伸長され、操縦装置 1 2 1 側のモニタ 1 1 3 に映像が表示される。オペレータはこのモニタ 1 1 3 に映った映像を見ながら遠隔地にある建設機械 1 2 2 を制御する。

40

【 0 0 1 9 】

ここで、駆動制御部 1 0 4 は受信した制御信号に基づき、所定の指示をアクチュエータ 1 0 5 に送信するとともに、通信制御部 1 0 3 に同様の制御内容 1 0 8 を伝達するようになっている。通信制御部 1 0 3 はこの制御内容 1 0 8 に応じて映像伝送にかかわるパラメータを変更する指示 1 0 7 を出し、映像エンコーダ 1 0 2 から出力される映像データ量を変更することができる。駆動制御部 1 0 4 がアクチュエータ 1 0 5 と通信制御部 1 0 3 に制御内容を伝達する時間は、同時刻でも良いし、油圧等の制御遅れを考慮し、通信制御部 1 0 3 に伝達して所定時間が経過した後に、アクチュエータ 1 0 5 に制御信号を伝達しても良い。

50

【 0 0 2 0 】

アクチュエータ等を機械的に駆動する場合には、通常、制御信号と実際の駆動の間には、機械的な摩擦などにより遅延時間が想定される。よって、この遅延時間の間に、映像伝送にかかわるパラメータを変更できれば、アクチュエータの駆動による映像データ量増加前に、エンコーダを制御することが可能である。

【 0 0 2 1 】

本システムにおいて、映像エンコーダ 1 0 2、映像デコーダ 1 1 2、モニタ 1 1 3 はカメラ 1 0 1 の台数に応じて複数あっても良く、また映像とともに音声を伝送するものであっても良い。またアクチュエータ 1 0 5 にはカメラ 1 0 1 の雲台も含まれるものとし、カメラ 1 0 1 本体にズーム、パン、チルトを制御できる機能を備えている場合、駆動制御部 1 0 4 がカメラ 1 0 1 の設定を変更する制御経路を設けても良い。

10

【 0 0 2 2 】

図 1 の例では、制御信号の例として、アクチュエータを駆動する信号を説明している。しかし、制御信号には建設機械を機械的に制御するための種々の信号が考えられる。例えば、車両にアームが搭載されている油圧ショベルを例にとれば、アームの各関節を制御するアクチュエータや、車両を移動させるためのエンジンの制御、駆動輪に動力を伝達するミッションの制御、移動方向を変更するステアリングの制御などがある。また、上記のカメラの撮像方向を変更するために、カメラを移動させるアクチュエータなどの制御も含む。

【 0 0 2 3 】

20

[通信制御部 1 0 3]

通信制御部 1 0 3 は、建設機械 1 2 2 に入力される制御信号に応じて映像エンコーダ 1 0 2 に指示を出し、建設機械 1 2 2 の動きに先立って映像データ量を制御する。通常、人間がモニタで細部を確認する際は建設機械の動きを止めることから、映像上の動きが大きいときに細部を確認することは無いと考えられる。このため、映像データ量の変化が大きい場合は細部の情報を削り、データ量を大きく削減することができる。

【 0 0 2 4 】

図 2 では、油圧ショベルを例として、油圧ショベル、またはカメラ 1 0 1 の操作に伴う通信制御部 1 0 3 の制御例を示す。本実施例では各制御 2 0 4 における映像データ量の変化 2 0 1 を小、中、大の 3 段階の領域に分類している。また映像データ量の変化 2 0 1 に対応して、通信条件の設定、例えば、映像エンコーダ設定 2 0 3 が設定される。建設機械の種別や制御内容、カメラ位置によって映像データの変化量 2 0 1 は変わるため、映像エンコーダ設定 2 0 3 は建設機械の種別に応じて設定を行うことができる。図 2 の例では油圧ショベルの運転席視点のカメラを想定している。例えば、カメラ雲台制御や定位置での旋回を行う場合、カメラに映る画像が大きく変化することから、映像データ量が増えることが予測される。このため、旋回の制御指示が出された場合、通信制御部 1 0 3 はこれから映像データ量の変化が大きくなると判断し、映像エンコーダ 1 0 2 に対して解像度を 7 2 0 × 4 8 0、フレームレートを 3 0 f p s に変更してデータ量を削減するよう指示することができる。図 2 に示すような設定データは、建設機械の種類ごとに任意に定めることができ、通信制御部 1 0 3 内、または通信制御部 1 0 3 がアクセスできるメモリなどに格納される。

30

40

【 0 0 2 5 】

図 2 の例における制御フローを図 1 0 に示す。油圧ショベルの遠隔操縦を開始して、旋回、カメラ雲台制御のいずれかの指示が入力された場合、映像エンコーダは映像のデータ量が大きくなることを見越して、データ量が少なくなるよう、解像度を 7 2 0 × 4 8 0、フレームレートを 3 0 f p s に下げる (S 1 3 0 1)。

【 0 0 2 6 】

移動の指示が入力された場合、映像のデータ量の変化が中程度になるものと見越して、解像度を 1 2 8 0 × 7 2 0、フレームレートを 3 0 f p s に設定する (S 1 3 0 2)。

【 0 0 2 7 】

50

また上記いずれの指示も無い場合は映像の動きが少ないと判断し、エンコーダの解像度を 1280×720 、フレームレートを 60 fps に変更している (S1303)。ここでは、映像データ量が大きくなると予想される制御から順に、映像データの削減量が大きくなるようにエンコーダ設定を変更している。エンコーダの圧縮率を変更することで同様の機能を実現しても良い。本実施例では、例えば旋回、移動の両方の指示があった場合、より映像の動きが大きい旋回指示による設定変更が優先される。

【0028】

図2、図10は通信制御部103が映像エンコーダ102に対して行う制御の一例であり、建設機械の各制御204によって映像エンコーダ102にどのような指示を出すかは通信制御部103の設定で変更できる。通信制御部103は単純に制御信号の有無や種別を判断するだけでなく、さらに細かな条件設定をすることも可能である。例えばショベルの動作速度、位置や旋回角度など、あるいは、カメラ雲台の動作速度や移動量など、あるいは、建設機械自体の移動速度など、制御信号内の制御量から状況判断して設定変更の指示を出すことができる。また一度設定が変更された場合は所定の時間、設定の変更が行われなくともよい。これによって頻繁な設定変更による操縦者へのストレスを解消することができる。

【0029】

また、例えば、カメラの視角の移動速度が速いと、画像の変化が大きくなるためデータ量が増える。よって、制御内容として、カメラが所定以上の移動速度でパンした場合に、データ量を削減するように設定してもよい。また、カメラが動かない場合でも、カメラで写される建設機械の一部の移動量や移動速度が大きい場合、画像の変化が大きくなるため、データ量が増える。よって、制御内容として、可動部分（例えば、ホイールローダのステアリングや、ショベルのアーム）が所定以上大きくあるいは早く動く場合、データ量を削減するように設定してもよい。

【0030】

ショベルを例とした制御フローを図11に示す。例えばショベルに入力された制御信号が、旋回速度 $T_1 \text{ 度/sec}$ を超えるものであった場合、又は、旋回速度 $T_1 \text{ 度/sec}$ を超えない場合でも移動速度が $T_2 \text{ km/h}$ を超える場合、映像エンコーダは映像のデータ量が大きくなることを見越して、解像度を 720×480 、フレームレートを 30 fps に下げることができる (S1501)。

【0031】

また、旋回速度が $T_1 \text{ 度/sec}$ より小さい場合において、移動速度が $T_3 \text{ km/h}$ より大きく、 $T_2 \text{ km/h}$ より小さい ($T_3 < T_2$) 場合、または移動速度が $T_3 \text{ km/h}$ より小さい値であっても、アームの移動量が $T_4 \text{ 度/sec}$ より大きい場合には、映像のデータ量の変化が中程度になるものと見越して、解像度を 1280×720 、フレームレートを 30 fps に設定することができる (S1502)。

【0032】

さらに、旋回速度が $T_1 \text{ 度/sec}$ より小さく、移動速度が $T_3 \text{ km/h}$ より小さく、さらにアームの移動量も $T_4 \text{ 度/sec}$ より小さい場合には、映像の動きが少ないと判断し、エンコーダの解像度を 1280×720 、フレームレートを 60 fps に変更できる (S1503)。

【0033】

制御信号に対応する可動部分の移動量は、建設機械各部の寸法や制御信号により駆動される各関節の角度が既知であるため、これらから計算することができる。よって、制御信号に対して所定閾値を設定して、制御信号がこれを超えた場合にデータ量を制御すればよい。あるいは、S1502のように、閾値を上下2つ以上設定して、制御信号が予め定めた範囲に入った場合にデータ量を制御すればよい。

【0034】

映像データ量の変化201の領域は3段階でなくても良い。また、カメラが複数ある場合はカメラごとに異なる領域数を持っても良い。例えば、建設機械122の運転席前方を

10

20

30

40

50

映すカメラについてはデータ量の制御を２段階に分類し、運転席の左右を映すカメラについてはデータ量の制御を３段階に分類して映像データ量の制御を行うことができる。また映像エンコーダ１０２に対する指示量はカメラごとに異なっても良く、指示項目は解像度、フレームレートだけでなく、圧縮率や圧縮方式を変更するものであっても良い。また、複数の制御信号が同時に入力された場合は、データの削減量が多い方の指示を優先して指示しても良い。操作部１１４からカメラ１０１に対して直接ズーム、パン、チルト制御を行う場合、アクチュエータ１０５への制御信号と同様に、通信制御部１０３がカメラの制御内容を判別し、カメラ１０１への制御内容に応じて映像エンコーダ１０２の設定を変更しても良い。

【００３５】

10

なお、ホイールローダについては、ショベルの移動がホイールローダの直進移動に相当し、ショベルの旋回が操舵しながらの移動に相当するものとして同等の制御を行うことができる。

【実施例２】

【００３６】

〔システム構成〕

図３は本発明の第２の実施形態に関わる建設機械の遠隔操縦システムを示した図である。例えば現場に遠隔操縦される建設機械１２２が２台ある場合、建設機械１２２－１は操縦装置１２１－１、建設機械１２２－２は操縦装置１２１－２によってそれぞれ遠隔操縦される。それぞれの操縦装置１２１から建設機械１２２に制御信号が送られ、その制御信号に基づいて建設機械１２２が動作を開始すると、映像エンコーダ１０２から送られる映像のデータ量が増加する。このため、２台の建設機械１２２が同時に動作を開始すると、建設機械１２２と無線基地局１１１との通信において伝送帯域が圧迫され、データの欠落や、データの遅延が生じる可能性がある。

20

【００３７】

無線基地局１１１と建設機械１２２との間の通信に、ＱｏＳ（Quality of Service）機能を有するIEEE 802.11e規格に対応した無線LANを用いる場合において、ＱｏＳ機能を応用することによってデータの欠落や遅延を抑制することができる。ここで、ＱｏＳ機能とは、通信内容に応じてそれぞれに適した通信品質を確保するための通信制御機能のことである。IEEE 802.11eは無線LAN環境においてＱｏＳを実現するための規格であり、音声や動画などのストリーミングデータの伝送を効率よく行うために実装されている。IEEE 802.11eには優先度の高いフレームを優先して送信するEDCA（Enhanced Distributed Channel Access）方式と、優先度の高いフレームに専用の帯域を割り当てるHCCA（Hybrid coordination function Controlled Channel Access）方式がある。

30

【００３８】

駆動制御部１０４は、受信した制御信号に基づき、アクチュエータ１０５を機械式、電動式、あるいは油空圧式に制御するとともに、通信制御部１０３に同様の制御内容１０８を伝達するようになっている。通信制御部１０３はこの制御内容１０８に応じてＱｏＳのパラメータを変更する要請５０１を出力し、要請５０１は無線通信装置１０６を介して無線基地局１１１に伝送される。ＱｏＳパラメータ変更の要請５０１を受け取った無線基地局１１１は、それぞれの建設機械１２２から受信した要請に基づき、建設機械１２２ごとにＱｏＳ制御を実施することができる。

40

【００３９】

本システムにおいて建設機械１２２は２台とは限らず、複数台同時に運用されても良い。また駆動制御部１０４がアクチュエータ１０５と通信制御部１０３に制御内容を伝達する時間は、同時刻でも良いし、通信制御部１０３に伝達して所定時間が経過した後に、アクチュエータ１０５に制御信号を伝達しても良い。駆動制御部１０４が無線通信装置１０６よりＱｏＳ制御の変更が完了したことを知らせる通知を受け取ることが出来る場合、駆

50

動制御部 104 は当該制御信号に対する QoS 制御変更の完了を待ってからアクチュエータ 105 に制御信号を伝達しても良い。

【0040】

[無線基地局 111]

図 4 は、実施例 2 の遠隔操作システムにおける、無線基地局 111 の QoS 制御の様子を示したものである。ある無線チャネルにおいて、QoS 制御に HCCA 方式を利用する場合、無線基地局 111 が予め定められた特定の無線通信装置 106 とだけ通信を行う期間 CFP (Contention-Free Period) と、他の無線局が利用していなければ自由に通信を行える期間 CP (Contention Period) が設定される。無線基地局 111 は特定の無線通信装置 106 に CF-Poll と呼ばれる制御フレームを送信し、CF-Poll の中には無線通信装置 106 がチャネルを利用できる期間 (TXOP) の値が記載されている。例えば CF-Poll 1 によって無線通信装置 106-1 が TXOP 1 の間の送信権を得た場合、無線通信装置 106-2 はこの間、通信を行わない。一方 CF-Poll 2 によって無線通信装置 106-2 が TXOP 2 の期間だけ送信権を得た場合、この時間の間、無線通信装置 106-1 は無線基地局 111 との通信を行わない。このように無線基地局 111 が TXOP の値を無線通信装置 106 ごとに変えることで、特定の建設機械 122 に対して優先的に帯域を割り当てることができる。

【0041】

このため、例えば建設機械 122-2 の駆動制御部 104-2 が制御信号を受け取り、それを通信制御部 103-2 に伝達した段階で、映像データの増加が想定される場合は、通信割り当て時間 TXOP 2 の延長を無線基地局 111 に対して申請することができる。この CFP と CP は CFRP (Contention-Free Repetition Period) 毎に繰り返されることから、次の CFRP (2) 内で送信機会が与えられた際に、通信制御部 103-2 で生成された通信時間変更申請 D は無線通信装置 106-2 を介して制御パケットを無線基地局 111 に送られる。申請を受理した無線基地局 111 は、さらに次の CFRP (3) から TXOP 2 の変更を行うことができる。この QoS 制御により、データ量の増加が見込まれる建設機械 122 に対して、予め優先的に帯域を確保しておくことが可能となる。TXOP の時間がすぐに戻ってしまうことを避けるため、TXOP の変更は一定時間継続しても良く、また次の TXOP 変更申請が受信されるまでは現在の TXOP 設定を維持するものであっても良い。

【0042】

[通信制御部 103]

図 5 に実施例 2 の遠隔操縦システムにおける無線基地局 111 に対する QoS 設定の例を示す。映像データ量の変化 701 に、QoS の設定方法 702 が対応付けられる。また QoS の設定方法 702 に対応して、具体的な通信条件の設定、例えば、帯域保証量 703 が設定される。通信制御部 103 は、駆動制御部 104 から送られる制御信号 108 に応じて無線通信装置 106 に QoS 変更指示を出し、建設機械 122 の動きに先立って無線通信区間の QoS を制御する。図 5 に示す例では、建設機械 122、またはカメラ 101 の操作に伴う映像データ量の変化 701 を小、中、大の 3 段階の領域に分類している。建設機械の種別や制御内容、カメラ位置によって映像データの変化量は変わるが、図 5 の例では運転席視点のカメラを想定し、建設機械の各制御 704 を映像データ量の変化 701 の 3 段階の領域に対応させている。

【0043】

QoS の設定方法 702 では、データ量の変化が小さいと見込まれる場合は B1 の帯域、データ量の変化が中程度と見込まれる場合は B2 の帯域、データ量の変化が大きいと見込まれる場合は B3 の帯域を保証するよう QoS 設定を変更する。これにより、例えばショベルにおいて旋回の制御指示が出された場合、通信制御部 103 はこれから映像データ量の変化が大きくなると判断し、無線基地局 111 に対して帯域保証量を B3 = 24 Mbps に変更するよう QoS 設定の変更を申請することができる。図 5 は通信制御部 103

が無線基地局 111 に対して行う QoS 制御の一例であり、建設機械の各制御によって無線基地局 111 にどのような指示を出すかは通信制御部 103 の設定で変更できる。領域の異なる複数の制御信号が同時に入力された場合、通信制御部は、より大きい帯域保証値を優先して指示する。図 5 に示す設定データは、建設機械の種類ごとに任意に定めることができ、通信制御部 103 内、または通信制御部 103 がアクセスできるメモリなどに格納される。

【0044】

なお、以上で説明した例では、建設機械 122 が QoS のパラメータを変更する要請を無線基地局 111 に伝送しているが、操縦装置 121 の操作部 114 から入力された制御信号に基づいて、操縦装置が QoS パラメータ変更の要請を生成し、操縦装置 121 から無線基地局 111 に QoS パラメータ変更の要請を送信するように構成することもできる。

【0045】

図 5 の例における制御フローを図 12 に示す。油圧ショベルの遠隔操縦を開始して、旋回、カメラ雲台制御のいずれかの指示が入力された場合、映像エンコーダは映像のデータ量が大きくなることを見越して、帯域の保証値を $B3 = 24 \text{ Mbps}$ に設定する (S1401)。移動の指示が入力された場合は帯域保証値を $B2 = 18 \text{ Mbps}$ に設定する (S1402)。また上記いずれの指示も無い場合は映像の動きが少ないと判断し、帯域保証値を $B1 = 12 \text{ Mbps}$ に設定している (S1403)。本実施例では、例えば旋回、移動の両方の指示があった場合、より映像の動きが大きい旋回指示による設定変更が優先される。

【実施例 3】

【0046】

図 6 は本発明の第 3 の実施形態に関わる建設機械の遠隔操縦システムを示したものである。操縦装置 121 と建設機械 122 がネットワーク HUB 902、ゲートウェイ 903、WAN (Wide Area Network: 広域網) 901、無線基地局 111 を介して接続され、オペレータは例えばインターネットなどの回線を介して超長距離からの遠隔制御が可能となっている。

【0047】

無線基地局 111 は作業現場側に配置され、LAN (Local Area Network) 側にある複数の建設機械 122 が無線基地局 111 に接続される。すなわち、無線基地局 111 は現場一帯の通信を集約する役割を持つ。また無線基地局 111 は操縦装置 121 - 1 から届いたパケットを建設機械 122 - 1 に、操縦装置 121 - 2 から届いたパケットを建設機械 122 - 2 に伝達するルータとしての機能を有する。

【0048】

また通信制御部 103 は映像エンコーダ 102 の映像データ量を制御する経路 107 (図 1 で説明した構成と同様である)、および無線通信装置 106 を介して無線基地局 111 に QoS 制御を要求する経路 501 (図 3 で説明した構成と同様である) を持つ。

【0049】

通信制御部 103 の設定により、例えばショベルの旋回制御に対しては映像エンコーダの映像データ量制御指示 107 を行うが、無線基地局 111 に対する QoS 制御指示 501 は出さない、といった制御の取捨選択が可能である。

【実施例 4】

【0050】

[システム構成]

実施例 1、2、3 に示す遠隔操縦システムにおいて、1 台の建設機械 122 が複数のカメラ 101 を有し、無線基地局 111 と無線通信装置 106 との間の通信に、QoS 制御として EDCA を利用できる場合、複数のカメラに対してカメラごとのデータの優先度を定めることができる。EDCA ではカメラからのパケットを 4 つのアクセスカテゴリ (AC) に分類して送信キューに格納することができ、優先度の高いキューから順にパケット

を送信することができる。

【 0 0 5 1 】

パケットの分類はIPパケットのTOSフィールドの値に基づいて行われるため、図1、図3あるいは図6の構成において、送信制御部103は建設機械122の種別や制御内容に応じて、映像エンコーダ102やカメラ101に対して出力パケットのTOSフィールドを変更するよう指示を出すように構成すればよい。

【 0 0 5 2 】

[通信制御部103]

図7にEDCA利用時のカメラの優先度設定の実施例を示す。カメラ位置1001に対して、カメラ優先度設定1002が対応している。優先度設定は、建設機械の種類により種々の設定が可能である。建設機械122がダンプであり、運転制御が行われている間、通信制御部103は車体後方のカメラの優先度が低、車体左右のカメラの優先度が中、車体前方のカメラの優先度が高であると判断する。

【 0 0 5 3 】

さらに通信制御部103は、前記カメラの優先度設定1002に応じて、QoSのモード設定1003を切り替えるよう、映像エンコーダ102やカメラ101に対して指示を出す。例えば優先度1002が低のカメラに対しては、AC_BE (Best Effort) モード、優先度1002が中のカメラに対しては、AC_VI (Video) モード、優先度1002が高のカメラに対しては、AC_VO (Voice) モードが選択されるよう、IPヘッダのTOSフィールドを書き換える指示1003を出す。指示を受けたブロックがTOSフィールドを書き換えた上でパケットを出力することで、重要な映像データを優先して伝送し、データの欠落や遅延を抑制することができる。

【 実施例5 】

【 0 0 5 4 】

図8に本発明の第5の実施形態に関わる建設機械の遠隔操縦システムを示す。実施例1~4に示す遠隔操縦システムにおいて、操作部114はオペレータが操作可能なスイッチ1101を具備し、スイッチの情報1102を操作部114から出力される制御パケットに付与することができる。

【 0 0 5 5 】

制御パケットを受け取った無線通信装置106は制御内容とスイッチ情報1102を駆動制御部104に伝達する。駆動制御部104は前記制御内容に基づいてアクチュエータ105の制御を行うとともに、通信制御部103に制御内容とスイッチ情報1102を伝達する。

【 0 0 5 6 】

スイッチ情報1102を受け取った通信制御部103は、各スイッチ1101のON・OFFと、通信制御部103が行う各制御のON・OFFを対応付けて制御を実施することができる。例えば操作部114でスイッチAがOFF(0)、スイッチBがON(1)、スイッチCがOFF(0)であったとすると、各スイッチ1101の情報1102は制御パケットに格納されて通信制御部103まで伝達される。このとき通信制御部103においてスイッチAが映像データ量制御107、スイッチBが無線QoS制御(HCCA)501、スイッチCが無線QoS制御(EDCA)1003に割り当てられていたとすると、通信制御部103は無線QoS制御(HCCA)501のみ実施し、映像データ量制御107、無線QoS制御(EDCA)1003は実施しないよう、オペレータ側で制御を選択することができる。これにより、オペレータが遠隔地でモニタ113を見ながら建設機械122を操縦する際に、伝送路の状態を考慮して通信制御部103が行う制御を任意に切り替えることが可能となる。

【 0 0 5 7 】

本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記の実施例において、各実施例の構成の一部を他の実施例の構成に追加、または置換することが可能である。また上記各構成、機能、処理部、処理手段は、それらの一部ま

10

20

30

40

50

たは全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するためのプログラムを解釈し、実行することで、ソフトウェアとして実現してもよい。

【 0 0 5 8 】

本発明の装置・システムは、その各手順をコンピュータに実行させるための通信プログラム、通信プログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記憶媒体、通信プログラムを含みコンピュータの内部メモリにロード可能なプログラム製品、そのプログラムを含むサーバ等のコンピュータ、等により提供されることができる。

【 符号の説明 】

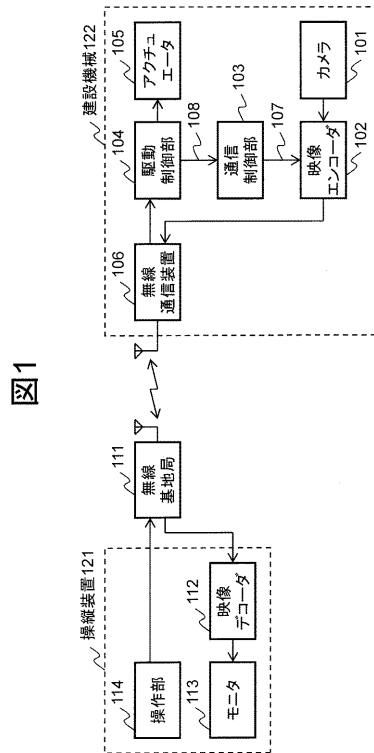
【 0 0 5 9 】

- 1 0 1 カメラ
- 1 0 2 映像エンコーダ
- 1 0 3 通信制御部
- 1 0 4 駆動制御部
- 1 0 5 アクチュエータ（機械式、電動式あるいは油空圧式）
- 1 0 6 無線通信装置
- 1 1 1 無線基地局
- 1 1 2 映像デコーダ
- 1 1 3 モニタ
- 1 1 4 操作部
- 1 2 1 操縦装置
- 1 2 2 建設機械
- 5 0 1 無線伝送路のQoSを制御する信号
- 9 0 1 W A N (W i d e A r e a N e t w o r k : 広域網)
- 9 0 2 ネットワークHUB
- 9 0 3 ゲートウェイ
- 1 1 0 1 制御切替えスイッチ
- 1 1 0 2 通信パケット内に保持されたスイッチの状態情報

10

20

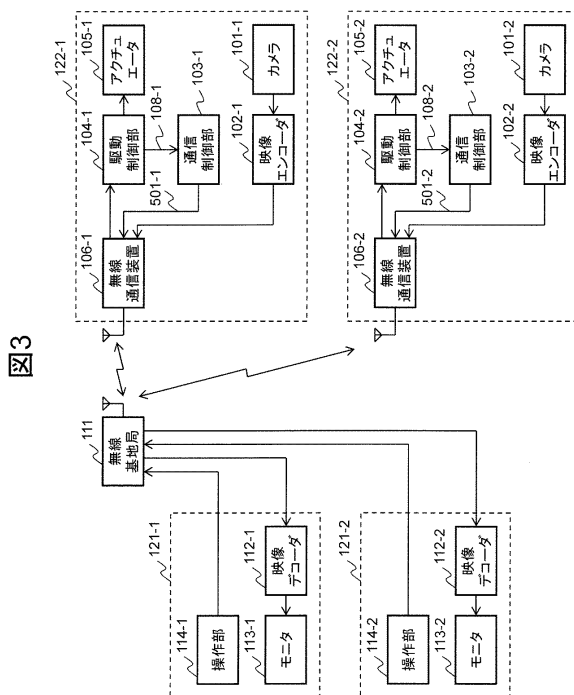
【 図 1 】



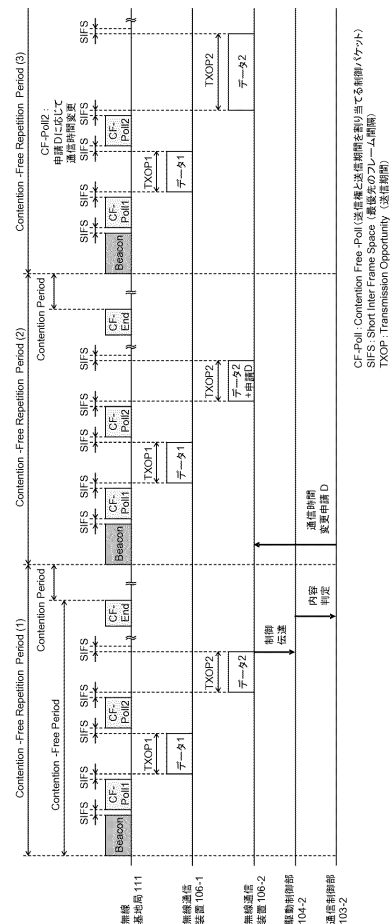
【 図 2 】

201	202	203	204
建設機械、又はカメラの操作に伴う映像データ量の変化	データ量制御	映像エンコード設定例	油圧シヨベル制御の例
小	データ量 変更なし	解像度 フレームレート	シヨベル (運転席旁点)
中	データ量 削減(小)	1280x720 60	制御入力なし バケット操作
大	データ量 削減(大)	1280x720 30	移動
		720x480 30	カメラ露台制御 焼回

【 図 3 】



【 図 4 】



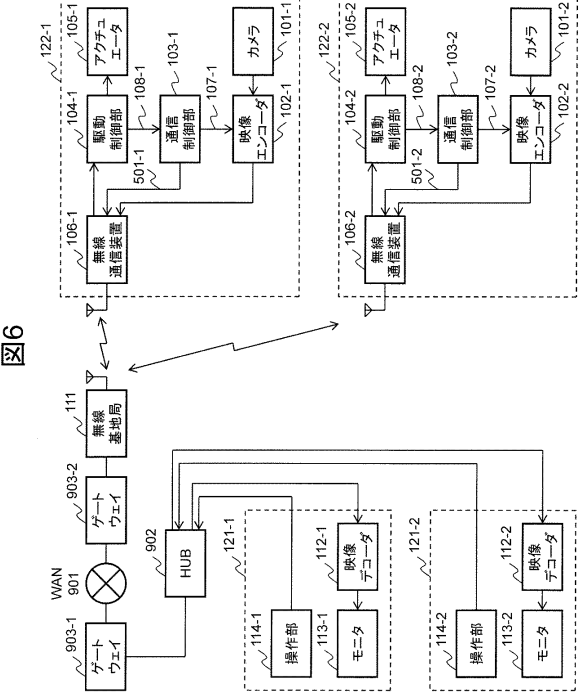
CF-Poll: Contention Free-Poll (送信権と送信期間を割り当てる新御パケット)
SIFS: Short Inter Frame Space (最優先のフレーム間隔)
TXOP: Transmission Opportunity (送信期間)

【図5】

図5

701	702	703	704
建設機械、又はカメラの操作に伴う映像データ量の変化	無線LANのQoS設定例 (帯域保証量)	QoS (HCCA) 設定例	油圧ショベル制御の例 (運転監視視点)
小	帯域保証 B1 ($B1 \leq B2$)	帯域保証 12Mbps	制御入力なし パケット操作
中	帯域保証 B2 ($B1 \leq B2 \leq B3$)	帯域保証 18Mbps	移動
大	帯域保証 B3 ($B2 \leq B3$)	帯域保証 24Mbps	カメラ雲台制御 旋回

【図6】

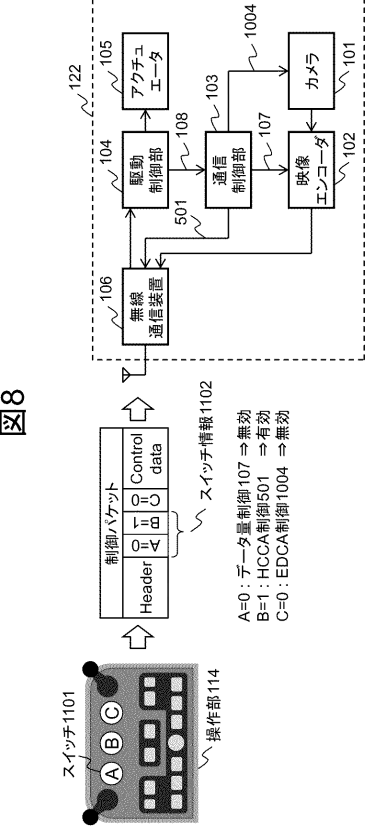


【図7】

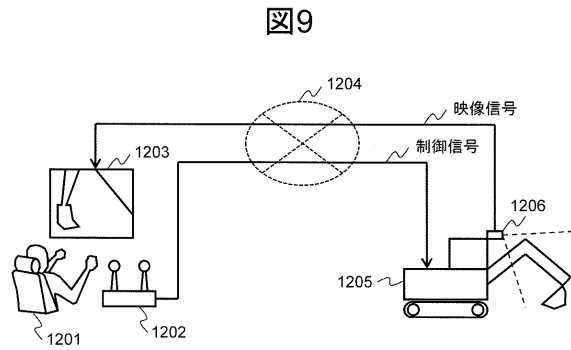
図7

1001 カメラ位置	1002 カメラ優先度設定の例 ショベル	1003 QoS (EDCA) 指示の例
	ショベル	
車体後方	低	AC_BEモード (通常IP通信)
車体左右	中	AC_VIモード (帯域保証)
車体前方	高	AC_VOモード (低遅延かつ帯域保証)

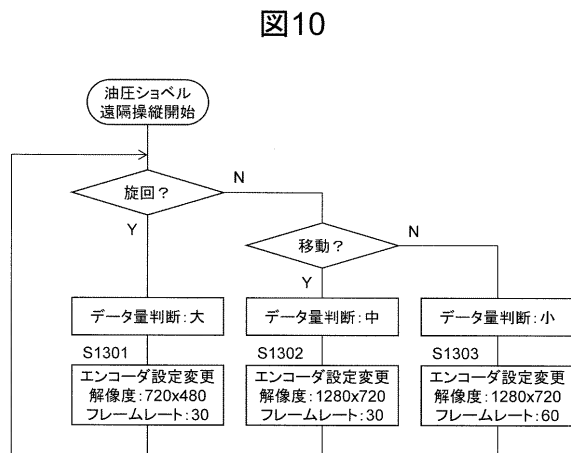
【図8】



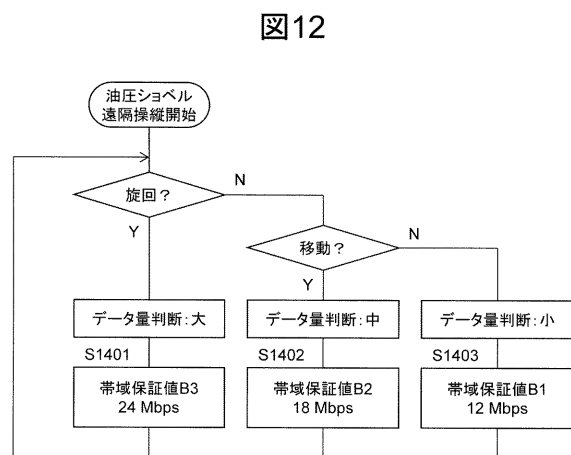
【図 9】



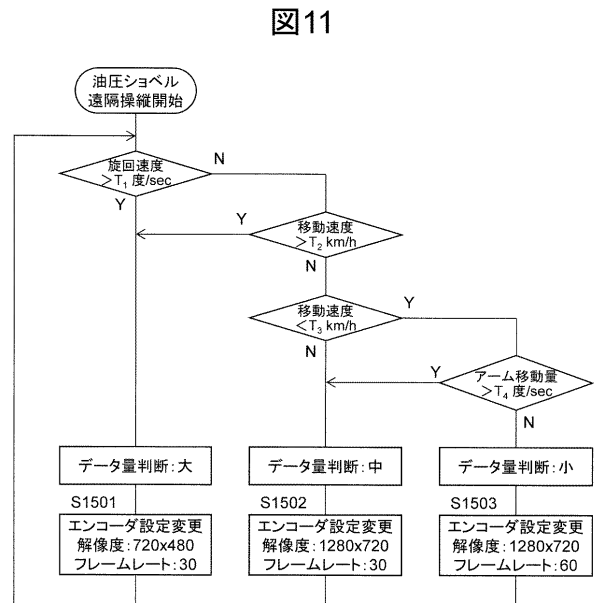
【図 10】



【図 12】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 稲田 圭介
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 伊藤 浩朗
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 星野 和則
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 菅原 一宏
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内
- (72)発明者 小倉 弘
茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社 土浦工場内

審査官 荒井 良子

- (56)参考文献 特開平10-329070(JP,A)
特開2003-264790(JP,A)
特開2000-242623(JP,A)
特開平05-344123(JP,A)
特開2013-168776(JP,A)
特開2013-090004(JP,A)
特開2003-018586(JP,A)
国際公開第2010/070699(WO,A1)
特開平11-093220(JP,A)
特開2006-238017(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0249957(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02F 3/42 - 3/43
E02F 3/84 - 3/85
E02F 9/20 - 9/22
E02F 3/28 - 3/413
E02F 3/627 - 3/815
E02F 3/88 - 3/96
H04N 7/18