(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年8月5日(05.08.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/153049 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2017.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/046662

(22) 国際出願日： 2020年12月15日(15.12.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2020-013448 2020年1月30日(30.01.2020) JP

(71) 出願人: 日立Ａｓｔｅｍｏ株式会社(**HITACHI ASTEMO, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

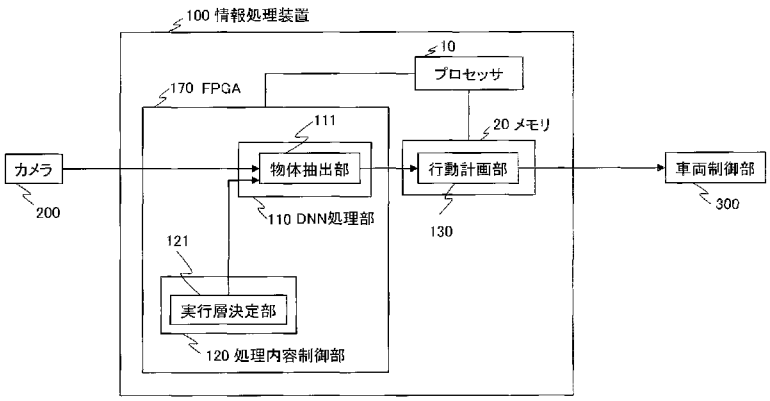
(72) 発明者: 小松 咲絵 (**KOMATSU Sakie**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 伊藤 浩朗(**ITO Hiroaki**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 前田 功治(**MAEDA Koji**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 戸田 裕二(**TODA Yuji**); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目６番１号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** INFORMATION PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称： 情報処理装置

[図1]



10 Processor
20 Memory
100 Information processing apparatus
110 DNN processing unit
111 Object extraction unit
120 Processing contents control unit
121 Execution layer determination unit
130 Action planning unit
200 Camera
300 Vehicle control unit

(57) **Abstract:** The present invention is to reduce, in an autonomous driving system of a vehicle, an operation amount for object extraction performed by a DNN depending on an environment and the like during traveling. Provided is an information processing apparatus having an operation device that executes operation by a processor, a memory, and an inference model. The information processing apparatus comprises: a DNN processing unit that receives outside information and extracts an external object from the outside information by the inference model; and a processing contents control unit

WO 2021/153049 A1

[続葉有]

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

that controls processing contents of the DNN processing unit. The DNN processing unit has an object extraction unit that executes the inference model by a deep neural network having a plurality neuron layers. The processing contents control unit includes an execution layer determination unit that determines the layer to be used in the object extraction unit.

(57) 要約:車両の自動運転システムにおいて、走行中の環境等によりＤＮＮで行われる物体抽出の演算量を低減する。プロセッサとメモリと推論モデルで演算を実行する演算装置を有する情報処理装置であって、外部情報を受け付けて、前記推論モデルによって前記外部情報から外界の物体を抽出するＤＮＮ処理部と、前記ＤＮＮ処理部の処理内容を制御する処理内容制御部と、を有し、前記ＤＮＮ処理部は、複数のニューロンの層を有するディープニューラルネットワークで前記推論モデルを実行する物体抽出部を有し、前記処理内容制御部は、前記物体抽出部で用いる前記層を決定する実行層決定部を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 情報処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、ディープニューラルネットワークを利用する情報処理装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、機械学習を用いて周辺認識や自動操舵、自動速度制御によって目的地まで車両を制御する技術が進展している。また、物体認識等に適用する機械学習の手法としてディープニューラルネットワーク（ＤＮＮ：Ｄｅｅｐ　Ｎｅｕｒａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）が知られている。

[0003] ＤＮＮは、物体の特徴を習得する学習処理と、学習した結果をもとに画像データから物体の抽出を行う推論処理を実行する。従来からにＤＮＮを利用して車両の自動運転を行う際には、まずカメラから外界の画像データを取得し、ＤＮＮで使用可能なフォーマットに変換する。推論処理においては、変換された画像データを入力画像として予め学習処理を完了させたＤＮＮを使って物体の抽出を行う。その後、物体の抽出結果から周辺地図を生成し、周辺地図をもとに行動計画を立て、車両の制御を行う。

[0004] 特許文献１では、カメラからの入力画像からニューラルネットワーク等を用いて物体を抽出し、走行可能な空間か否かを決定する技術が示されている。また、特許文献２では、走行状態に合わせて段階的にカメラからの入力画像の画素数を小さくする技術が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１９－００８７９６号公報

特許文献2：特開２０１８－０５６８３８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ＤＮＮは乗算と加算で構成される畳み込み演算を繰り返して実行するため、演算量が非常に多い。また、特に車両の自動運転では非常に短い時間内で行動計画を更新し続ける必要があることから、ＤＮＮによる物体抽出には高速な演算が要求される。そのため、車両に搭載可能な演算装置であるＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）やＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）、マイコン、ＣＰＵ等にＤＮＮを実装すると、演算装置の消費電力や発熱量が非常に大きくなる。

[0007] また、どのような場面でも自動運転を継続するためには、高い精度での物体抽出を行う必要があることから入力画像は画素数の大きいものを用いる必要があり、入力画像の変換をする際にも同様に消費電力や発熱量が大きくなる。車両が提供可能な電力には限りがあるため、消費電力や発熱量が大きくなることで電動車両では走行可能距離が短くなり、また、演算装置の冷却コストが増加するという問題が生じる。

[0008] しかし、前記特許文献１では入力画像の変換及び物体抽出のいずれにおいても消費電力を低減させることは考慮されていない。また、特許文献２では走行環境により入力画像の変換方法を変更することで、画像変換処理での電力削減が可能であるが、特に演算量が多いＤＮＮを使った推論処理における消費電力は考慮されていないため、十分な消費電力の削減効果が期待できない。

[0009] 本発明は、前記の点に鑑み、車両に搭載される演算装置の演算負荷状態と走行環境から、ＤＮＮによる物体抽出処理の省略可否を判定し、演算装置の演算負荷及び消費電力の低減、発熱量の抑制を目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、プロセッサとメモリと推論モデルで演算を実行する演算装置を有する情報処理装置であって、外部情報を受け付けて、前記推論モデルによって前記外部情報から外界の物体を抽出するＤＮＮ処理部と、前記ＤＮＮ処理部の処理内容を制御する処理内容制御部と、を有し、前記ＤＮＮ処理部は

、複数のニューロンの層を有するディープニューラルネットワークで前記推論モデルを実行する物体抽出部を有し、前記処理内容制御部は、前記物体抽出部で用いる前記層を決定する実行層決定部を含む。

発明の効果

[0011] 本発明の情報処理装置は、走行環境に基づいてディープニューラルネットワーク（ＤＮＮ）の演算量を低減することにより、自動運転に必要とされるＤＮＮの物体抽出精度を確保しながら、演算装置の消費電力の削減と発熱量の抑制を実現できる。これにより、電動車両の走行可能距離の増大や冷却システムのコスト低減が可能となる。

[0012] 本明細書において開示される主題の、少なくとも一つの実施の詳細は、添付されている図面と以下の記述の中で述べられる。開示される主題のその他の特徴、態様、効果は、以下の開示、図面、請求項により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施例１を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図2]本発明の実施例１を示し、ＤＮＮで物体抽出を行う処理の一部を示す図である。

[図3]本発明の実施例２を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図4]本発明の実施例３を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図5]本発明の実施例４を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図6]本発明の実施例５を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図7]本発明の実施例６を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図8]本発明の実施例７を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロッ

ク図である。

[図9]本発明の実施例７を示し、物体抽出を行う処理の一部を示す図である。

[図10]本発明の実施例８を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図11]本発明の実施例８を示し、トンネル走行時のカメラからの画像を表す図である。

[図12]本発明の実施例９を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図13]本発明の実施例１０を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図14]本発明の実施例１１を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[図15]本発明の実施例１２を示し、自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、実施例を、図面を用いて説明する。

実施例 1

[0015] 複数のニューロンの層を有するディープニューラルネットワーク（以下ＤＮＮ：Ｄｅｅｐ　Ｎｅｕｒａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ）は、乗算と加算で構成される畳み込み演算を繰り返し実行するため、演算量が非常に多い。それに伴いＤＮＮを実行する演算装置の消費電力や発熱量が大きいため、車両の情報処理装置にＤＮＮを用いた物体抽出処理を行う場合には、電動車両では走行可能距離が短くなる場合や冷却コストが高くなることが課題となっている。

[0016] 図１は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。

[0017] 図１に示すように、本実施例に係る情報処理装置１００を用いた自動運転システムは、情報処理装置１００と、カメラ２００、車両制御部３００で構成される。ここで、情報処理装置１００は、プロセッサ１０と、メモリ２０

と、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）１７０を含む計算機である。

[0018] なお、本実施例では、ＤＮＮを実行する演算装置としてＦＰＧＡ１７０を採用した例を示すが、これに限定されるものではなく、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）を演算装置に採用してもよい。また、ＤＮＮを実行する演算装置は、プロセッサ１０と同一のパッケージに収容されてもよい。また、プロセッサ１０とＦＰＧＡ１７０は、図示しないインターフェースを介してカメラ２００及び車両制御部３００に接続される。

[0019] メモリ２０には、行動計画部１３０がプログラムとしてロードされてプロセッサ１０によって実行される。プロセッサ１０は、各機能部のプログラムに従って処理を実行することによって、所定の機能を提供する機能部として稼働する。例えば、プロセッサ１０は、行動計画プログラムに従って処理を実行することで行動計画部１３０として機能する。他のプログラムについても同様である。さらに、プロセッサ１０は、各プログラムが実行する複数の処理のそれぞれの機能を提供する機能部としても稼働する。計算機及び計算機システムは、これらの機能部を含む装置及びシステムである。

[0020] ＦＰＧＡ１７０は、ＤＮＮ処理部１１０と、処理内容制御部１２０とを含む。行動計画部１３０を含む。また、ＤＮＮ処理部１１０は、物体抽出部１１１を含む。処理内容制御部１２０は、実行層決定部１２１を含む。なお、カメラ２００は情報処理装置１００内に含まれていてもよいし、含まれていなくてもよい。また、情報処理装置１００は車両に搭載されていてもよいし、されていなくてもよい。

[0021] 最初に、ＤＮＮ処理部１１０の処理について説明する。物体抽出部１１１は、ＰＣや、サーバ等の計算機で学習処理が行われた後の推論処理に用いるためのＤＮＮ（推論モデル）が保持されている。ＦＰＧＡ１７０は、カメラ２００が取得した外部情報（画像データ）に対して、後述する処理内容制御部１２０から出力される情報を反映したＤＮＮを用いて画像データから物体

の抽出を行う。

[0022] なお、カメラ２００は車両の所定の位置（図示省略）に取り付けられて、車両の外界（前方）の物体を検出するため外部情報として、車両の前方の画像を取得し、情報処理装置１００へ出力する。

[0023] 行動計画部１３０は、物体抽出部１１１で物体を抽出した情報を用いて、車両の進行方向や、進行速度等の行動計画を生成し、車両制御部３００に出力する。車両制御部３００は行動計画部１３０からの出力をもとに車両の制御を行う。車両制御部３００で行う処理については、周知又は公知の技術を適用すればよいので、本実施例では詳述しない。

[0024] 次に、処理内容制御部１２０の処理について説明する。実行層決定部１２１は、物体抽出処理で使用するＤＮＮの実行層の数を保持しており、その情報を物体抽出部１１１に出力する。

[0025] 以下、物体抽出部１１１の処理について具体例を用いて説明する。ＤＮＮの物体抽出処理では、外部情報（画像データ）に対して分割数が異なる複数の層を用いて物体を抽出することで、様々な大きさの物体の抽出を可能とする。図２は図１の物体抽出部１１１がカメラ２００の情報（画像データ）からＤＮＮで物体抽出を行う際の処理の一部を抜粋した例を示す図である。

[0026] 図２において、カメラ画像５００は、図１に示したカメラ２００から出力される画像の一例を示す。また、画像５１０は、物体抽出部１１１のＤＮＮの第１層目でのカメラ画像５００を分割した例を示し、画像５２０、５３０、５４０、５５０はそれぞれ第２層、第３層、第４層、第５層での分割方法を示す。

[0027] 図２では、ＤＮＮ処理部１１０が、カメラ画像５００を第１層ではカメラ画像を小さく分割することで遠くの人や車等の小さい物体５１１を抽出し、第５層ではカメラ画像を大きく分割することで近くの車等大きい物体５５１を抽出していることを示している。

[0028] ＤＮＮ処理部１１０は、画像５１０では入力画像（５００）を５×５＝２５のブロックに分割してそのブロック単位で物体抽出部１１１が物体抽出の

処理を行う。ＤＮＮ処理部１１０は、同様に画像５２０では４×４＝１６、画像５３０では３×３＝９、画像５４０では２×２＝４、画像５５０では１×１＝１のブロックに分割して物体抽出の処理を行う。

[0029] したがって、ＤＮＮ処理部１１０が図２に示す画像において物体抽出の処理を行う回数は、２５＋１６＋９＋４＋１＝５５回となる。なお、ＤＮＮの構造は、本実施例で使用した構造のように小さい物体を先に抽出してから大きい物体を抽出するという構造に限定されず、物体を抽出可能なものであればよい。また、ＤＮＮで演算する際のブロックの分割数及び層の数は、自動運転を実現するために必要な精度を確保することが可能であれば、図２の方法に限定されない。

[0030] 一方、例えば工場等の私有地内で見通しがよく、走行している車両の種類も限定されている道路を、一般道路に比べて十分に低速で走行する車等の場合では、数百メートル先にある遠くの小さい物体を抽出しなくてもよい。そのため、ＤＮＮの層数を減らすことで物体抽出の処理を行うブロック数を減らしてもよい。

[0031] 例えば、実行層決定部１２１は、物体抽出処理で実行するＤＮＮの層を１番小さい物体を抽出する第１層目を除いた、第２層から第５層と決めて、物体抽出部１１１へ指令する。物体抽出部１１１では、この実行層決定部１２１からの情報をもとに、ＤＮＮの第２層から第５層のみを実行して物体抽出の処理を行う。この場合、物体抽出の処理を行う回数は、１６＋９＋４＋１＝３０となり、前記全ての層で物体抽出をした場合に比べて、２５回の演算を削減できる。

[0032] なお、実行層決定部１２１は、走行開始時に走行環境などに応じて予め設定された層を処理条件として物体抽出部１１１へ指令すればよい。

[0033] このように、物体抽出部１１１が用いるＤＮＮの層（固定値）を削減することで、例えばＦＰＧＡ１７０やＧＰＵ等の演算装置の消費電力の削減及び発熱量の抑制が可能となる。結果として、電動車両では走行可能距離が増大し、演算装置の冷却コストが低減できる。

[0034] なお、今回は説明を簡単にする都合上、図２におけるＤＮＮの層数やブロック数に前記のような値を使用しているが、実際の物体抽出に使用するＤＮＮでは外部情報を数千から数万のブロックに分割し、かつ層の数も多い。そのため、実際の演算回数は前記で示した例より膨大で、層数の削減による演算量の低減効果も非常に大きくなる。

[0035] なお、本実施例では外部情報を取得するセンサとしてカメラ２００を採用した例を示すが、これはＬｉＤＡＲ（Ｌｉｇｈｔ Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ ａｎｄ Ｒａｎｇｉｎｇ）や、ＲＡＤＡＲ（Ｒａｄｉｏ Ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ ａｎｄ Ｒａｎｇｉｎｇ）や、遠赤外線カメラ等の物体との距離や物体の種類が取得できるセンサであればよく、カメラ２００に限定されない。また、センサは単独で使用してもよいし、複数を組み合わせて使用してもよい。

[0036] 上記実施例１では、機械学習によって生成された推論モデルをＤＮＮで実行する物体抽出部１１１の例を示したが、これに限定されるものではなく、他の機械学習などによって生成されたモデルを利用することができる。

実施例 2

[0037] 以下に、本発明の実施例２について説明する。図３は、実施例２の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図３において、図１と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして説明を省略する。

[0038] 本実施例は、前記実施例１に処理条件判定部１２２と外部の状態情報を検出するセンサを追加して、ＦＰＧＡ１７０内の実行層決定部１２１を処理内容制御部１２０内へ移動した例を示す。その他の構成については、前記実施例１と同様である。

[0039] 図３において、実施例１から新たに追加された処理条件判定部１２２は、走行中の車両のセンサ等からの走行状態を示す情報を入力として、現在の走行環境の判定を行う。実行層決定部１２１は処理条件判定部１２２が判定した走行環境に基づいて物体抽出処理で使用するＤＮＮの層数（処理条件）を

動的に変更する。

[0040] 本実施例では、車両の走行状態を検出するセンサとして、車速センサ３０と照度センサ４０を情報処理装置１００に接続する例を示すが、これらに限定されるものではない。少なくとも車速を検出できればよいので、ＧＰＳ（Ｇｒｏｂａｌ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）等の位置情報から車速を算出するようにしてもよい。

[0041] 情報処理装置１００の処理条件判定部１２２は、車速センサ３０と照度センサ４０からの情報から走行環境を判定して、実行層決定部１２１へ出力する。実行層決定部１２１は、入力された走行環境に基づいてＤＮＮで使用する層を処理条件として決定して物体抽出部１１１へ指令する。

[0042] 前記実施例１では、層数（処理条件）が固定値のためＦＰＧＡ１７０内に実行層決定部１２１を配置した例を示したが、実施例２では、実行層決定部１２１が動的に層数（処理条件）を変更する。このため、実行層決定部１２１は、プログラムとしてメモリ２０にロードされて、プロセッサ１０によって実行する。

[0043] 実施例１では、限定された走行環境においてＤＮＮの実行層を静的に決定する例を示したが、車両の自動運転では走行環境は様々であり複雑で、画像データから抽出される物体の精度も時々刻々と変化するため、走行環境に応じてＤＮＮの実行層を動的に変更できることが望ましい。

[0044] 以下、処理条件判定部１２２の処理について具体例を用いて説明する。

[0045] 一例として、走行状態を示す情報とし車速センサ３０が検出した車速を用いる例を示す。処理条件判定部１２２は、車速センサ３０が検出した車速が、予め設定された車速閾値以下であれば現在の走行環境は渋滞中であると判定した例について説明する。

[0046] 車両が渋滞中で非常に低速（例えば、５ｋｍ／ｈ）で走行している場合は、カメラ２００から入力される画像の変化が小さいため、物体抽出部１１１では数十メートル先の物体を認識すればよく、数百ｍ先の物体を認識させるための精度で物体抽出をしなくてよい。

[0047] 実行層決定部１２１は、処理条件判定部１２２が判定した走行環境をもとに処理条件を決定する。実行層決定部１２１は処理条件として、自動運転に必要な物体抽出の精度を確保しつつＤＮＮの演算量が削減できるように、物体抽出部１１１で実行するＤＮＮの層は１番小さい物体を検出する第１層（図２の画像５１０）を除いた、第２層（５２０）から第５層（５５０）と決定する。

[0048] このように、実施例２では前記実施例１の構成に、走行状態を検出するセンサと、走行状態を示す情報から車両の走行環境を判定する処理条件判定部１２２とを追加し、実行層決定部１２１が走行環境に適した処理条件の決定を行う。これにより、実施例２の情報処理装置１００は、実施例１よりも、走行環境に合わせて動的に、物体抽出の精度と演算装置（ＦＰＧＡ１７０）の消費電力及び発熱量に影響を与える処理条件の動的な変更が可能となる。

[0049] 結果として、電動車両では実施例１よりも走行可能距離が増大し、演算装置（ＦＰＧＡ１７０）の冷却コスト低減が期待できる。なお、上記で渋滞と判定する方法は、車速センサ３０でなくてもよく、走行速度が分かる画像情報や、ラジオ、インターネット等の渋滞情報でもよい。

[0050] また、走行状態を示す情報として照度センサ４０を用いて、処理条件判定部１２２が周囲の明るさ（照度）が予め設定された照度閾値以下であれば夜間だと判定する。夜間は周囲が暗くなり、カメラ２００は周囲が明るい場合に比べて詳細な外部情報を得ることができない。そのため、数百メートル先の遠くの物体を抽出可能な外部情報を得られないため、物体抽出部１１１は数十メートル先の物体を抽出する精度で演算をすればよく、数百メートル先の物体を認識するための精度での物体抽出をしなくてよい。

[0051] この場合、実行層決定部１２１は、処理条件判定部１２２が判定した走行環境をもとに、物体抽出部１１１で実行するＤＮＮの層の情報を第２層（５２０）から第５層（５５０）と決定する。また、現在の周辺の明るさを判定するための走行状態を示す情報は、照度センサ４０に限定されるものではない。例えば、カメラ２００等の周囲の明るさを検知できるセンサや、ラジオ

やインターネット、ＧＰＳ等の時刻を判定可能なものから昼か夜かを検知するようにしてもよい。

[0052] また、走行状態を示す情報として車内カメラ（図示省略）を用いてもよい。この場合、処理条件判定部１２２は、車内カメラの画像データからドライバーがハンドルを操作しているか否かを検出し、ハンドルを操作していれば自動運転（ＡＤ：Ａｕｔｏｎｏｍｏｕｓ　Ｄｒｉｖｉｎｇ）の使用中ではないと判定する。ＡＤを使用する際には自動運転システムのみで車両を制御することから小さな物体まで認識するような高い精度での物体抽出が必要となるが、ＡＤを使用していない場合、ドライバーが外界情報を認知可能なため、運転支援（ＡＤＡＳ：Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｄｒｉｖｅｒ　Ａｓｓｉｓｔａｎｃｅ　Ｓｙｓｔｅｍｓ）が可能な物体抽出の精度が保たれていればよい。

[0053] 実行層決定部１２１は、処理条件判定部１２２が判定した走行環境をもとに、物体抽出部１１１で実行するＤＮＮの層の情報を第２層（５２０）から第５層（５５０）と決定する。

[0054] また、処理条件判定部１２２がＡＤの使用中か否かを判定する情報は車内カメラに限定されるものではなく、ハンドルの操作を検知するセンサ等、ドライバーが運転席にいるかを判定可能なものでもよい。また、行動計画部１３０が生成した自動運転車両の行動計画の有無等のデータからＡＤを使用している否かを判定してもよい。

[0055] なお、処理条件判定部１２２は走行状態を示す情報のうちいずれか１つを用いて処理条件の判定をしてもよいし、複数用いて処理条件の判定をしてもよい。

実施例 3

[0056] 以下に、本発明の実施例３について説明する。図４は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図４において、図３と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0057] 本実施例では、前記実施例１に処理条件判定部１２２と負荷検出装置５０を追加して、ＦＰＧＡ１７０内の実行層決定部１２１を処理内容制御部１２０内へ移動した例を示す。

その他の構成については、前記実施例１と同様である。

[0058] 前記実施例２では、処理条件判定部１２２は、走行中のセンサ等からの走行状態を示す情報を入力として、現在の走行環境の判定を行っているが、本実施例では処理条件判定部１２２は、情報処理装置１００で物体抽出部１１１の演算負荷を入力として、現在のＦＰＧＡ１７０の負荷状態の判定を行う。実行層決定部１２１は処理条件判定部１２２が判定した負荷状態をもとに物体抽出部１１１で使用するＤＮＮの層数（処理条件）を決定する。

[0059] 図４において、実施例１から新たに追加された負荷検出装置５０は、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷を検出して処理条件判定部１２２へ入力する。なお、負荷検出装置５０は、例えば、ＦＰＧＡ１７０の消費電力や、供給電流などを演算負荷として検出するセンサを含むことができる。

[0060] また、前記実施例１では、層数（処理条件）が固定値のためＦＰＧＡ１７０内に実行層決定部１２１を配置した例を示したが、実施例３では、実行層決定部１２１が動的に層数（処理条件）を変更するため、プログラムとしてメモリ２０にロードされて、プロセッサ１０によって実行する。

[0061] 以下、処理条件判定部１２２の処理について具体例を用いて説明する。

[0062] 一例として、処理条件判定部１２２は、演算負荷としてＦＰＧＡ１７０の負荷率を算出し、所定の負荷率閾値と比較する。なお、負荷率は、負荷検出装置５０が検出した消費電力を所定の最大電力で除した値（％）を用いる例を示す。

[0063] 処理条件判定部１２２は、ＦＰＧＡ１７０の負荷率が負荷率閾値よりも高い場合、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷を下げると判定する。実行層決定部１２１は、処理条件判定部１２２からの判定結果をもとに、ＦＰＧＡ１７０の負荷率が負荷率閾値以下になるように、物体抽出部１１１で使用するＤＮＮの層の情報を１番小さい物体を検出する第１層（５１０）を除いた第２層（５

２０）から第５層（５５０）と決定する。

[0064] このように、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷から負荷状態を判定する処理条件判定部１２２を追加することで、情報処理装置１００に含まれるＦＰＧＡ１７０の負荷率に応じた負荷状態を判定し、実行層決定部１２１は負荷状態に応じて処理条件を動的に変更することが可能となる。これにより、情報処理装置１００は、実施例１に比して動的にＦＰＧＡ１７０の消費電力の削減及び発熱量の抑制ができる。

[0065] さらに、本実施例の情報処理装置１００では、上記により、熱暴走等によりＦＰＧＡ１７０に異常が発生するのを抑制し、演算装置の演算精度が低下することを防ぐことが可能となる。これにより、前記実施例１に比して電動車両の走行可能距離を増大することが可能となり、ＦＰＧＡ１７０等の冷却コストを低減できる。

[0066] また、本実施例で演算負荷としているＦＰＧＡ１７０の負荷率は、消費電力に限定されるものではない。ＦＰＧＡ１７０の温度等の演算負荷に関連する値を利用すればよい。また、上記演算負荷は、ＦＰＧＡ１７０だけはなくプロセッサ１０の演算負荷を含めるようにしてもよい。

[0067] なお、処理条件判定部１２２は演算負荷のうちいずれか１つを用いて負荷状態の判定をしてもよいし、複数の演算負荷を用いて負荷状態を判定してもよい。

実施例 ４

[0068] 以下に、本発明の実施例４について説明する。図５は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図５において、図３、図４と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0069] 本実施例では、前記実施例２の構成に前記実施例３の構成を加えた例を示す。その他の構成については、前記実施例２と同様である。

[0070] 前記実施例２では走行中のセンサ等からの走行状態を示す情報を入力とし

て、現在の走行環境の判定を行っており、前記実施例３では情報処理装置１００の演算負荷を入力として、現在の負荷状態の判定を行う例を示した。本実施例では、前記実施例２に前記実施例３を組み合わせた例を示す。

[0071] 処理条件判定部１２２は、走行状態を示す情報と、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷の両方を入力として、走行環境と負荷状態の判定を行って、実行層決定部１２１へ前記判定結果を出力する。実行層決定部１２１は、処理条件判定部１２２からの判定結果をもとに物体抽出部１１１で使用するＤＮＮの層数（処理条件）を決定する。

[0072] このように、処理条件判定部１２２で走行状態を示す情報と、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷から走行環境と負荷状態を判定することで、実施例２及び実施例３に比して動的に物体抽出精度と消費電力及び発熱量の削減を変更することが可能となる。

[0073] 結果として、実施例２及び実施例３の利点を合わせた効果が期待できる。つまり、様々な走行環境において適した物体抽出の精度を保ちつつ、ＦＰＧＡ１７０の負荷を正常な状態に保つことが可能となる。

[0074] なお、処理条件判定部１２２は走行状態を示す情報及び演算負荷のうちいずれか１つを用いて処理条件の判定をしてもよいし、複数用いて処理条件の判定をしてもよい。

実施例 5

[0075] 以下に、本発明の実施例５形態について説明する。図６は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図６において、図５と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0076] 本実施例は、前記実施例４の構成要素にＬｉＤＡＲ４００と、センサ認識部１４０と、認識精度判定部１５０を追加したものである。その他の構成については前記実施例４と同様である。

[0077] 図６において、実施例４から新たに追加されたセンサ認識部１４０は、Ｌ

ｉＤＡＲ４００からの情報（距離及び方位）を処理し、物体の認識を行う。また、認識精度判定部１５０は、物体抽出部１１１からの物体抽出の結果と、センサ認識部１４０からの物体認識の結果の差異を判定することで、物体抽出部１１１の物体抽出が必要な精度を保持しているか否を判定し、判定した結果を処理条件判定部１２２に出力する。

[0078] そして、処理条件判定部１２２は、認識精度判定部１５０からの判定結果と、走行状態及び演算負荷に基づいて、物体抽出部１１１での演算負荷を削減する条件となる基準値を更新することで、演算負荷の削減による物体抽出の精度が不足するような過度な演算の省略を防ぐ。

[0079] 実施例１、２、３、４の情報処理装置１００では、走行状態を示す情報と演算負荷によって物体抽出部１１１で使用するＤＮＮの層数の制御を行うための基準値は静的であったが、自動運転に必要な物体抽出の精度を保つために、この基準値は動的であることが望ましい。

[0080] 以下、認識精度判定部１５０の処理について具体例を用いて説明する。

[0081] 一例として、カメラ２００からの画像データを入力して、物体抽出部１１１で抽出した物体が５個、ＬｉＤＡＲ４００からの情報からセンサ認識部１４０で認識した物体が７個で、物体抽出部１１１において抽出された物体の数がセンサ認識部１４０で認識された物体の数よりも少なかったとする。

[0082] この場合、センサ認識部１４０で認識された物体が物体抽出部１１１では抽出できていないことから、物体抽出部１１１では自動運転に必要な物体抽出の精度が保たれていないと認識精度判定部１５０が判定する。

[0083] 認識精度判定部１５０は、物体抽出部１１１とセンサ認識部１４０のからの情報をもとに、処理条件判定部１２２に処理条件を物体抽出の精度が向上するように変更する命令を出力し、処理条件判定部１２２は処理条件を決めるための基準値の変更を行う。

[0084] なお、認識精度判定部１５０は、物体抽出部１１１で抽出された物体の数を、センサ認識部１４０が認識した物体の数で除した値を認識精度として算出し、算出された認識精度が、予め設定された精度閾値以下の場合には、認

識精度が低下したと判定して、処理条件判定部１２２へ出力するようにしてもよい。

[0085] 本実施例の基準値は、例えば、負荷率閾値を補正する値とした場合、処理条件判定部１２２は認識精度判定部１５０から物体抽出の精度を向上する命令を受け付けると、基準値を＋５％として負荷率閾値を増大させる。また、処理条件判定部１２２は、実行層決定部１２１へ負荷率閾値を増大したことを通知する。

[0086] 実行層決定部１２１は、負荷率閾値の増大の通知を受け付けると、現在物体抽出部１１１で使用しているＤＮＮの層数に所定値を加算してＦＰＧＡ１７０の物体抽出部１１１へ指令する。実行層決定部１２１の所定値は、例えば、１層などに設定される。

[0087] このように、認識精度判定部１５０からの要求に応じて、実行層決定部１２１は物体抽出部１１１で使用するＤＮＮの層数を増大し、物体を抽出する精度を向上させることができる。

[0088] ただし、実行層決定部１２１は、走行環境が渋滞中又は夜間の場合には、物体抽出部１１１が使用するＤＮＮの層数を増大させる効果が低いため、負荷率閾値の増大の通知をキャンセルすることができる。

[0089] このように、ＬｉＤＡＲ４００からの情報で物体を認識するセンサ認識部１４０と、物体抽出部１１１とセンサ認識部１４０の物体抽出の精度を判定する認識精度判定部１５０を追加することで、物体抽出部１１１において自動運転に必要な物体抽出の精度が不足するような、過度の演算処理（層）の削減が行われることを防ぐことができる。

[0090] これにより、情報処理装置１００は、前記実施例１、２、３、４よりも精度の高い処理を維持できる。結果として本実施例の情報処理装置１００は、実施例１、２、３、４に対して、より消費電力の削減が可能となる。

[0091] なお、本実施例では物体抽出の精度の判定に用いるセンサをＬｉＤＡＲ４００としている例を示すが、これはカメラ、ＲＡＤＡＲ、遠赤外線カメラ等の物体との距離や物体の種類が判別できるもので、物体抽出部１１１に入力

される外部情報を出力するセンサとは異なるものであればよく、ＬｉＤＡＲに限定されない。また、センサは単独で使用してもよいし、複数を組み合わせて使用してもよい。

[0092] また、本実施例では、認識精度判定部１５０が物体抽出の精度を判定する手法として、物体抽出部１１１の結果とセンサ認識部１４０の結果が一致しているか否かを判定するという静的な処理となっているが、認識精度判定部１５０に学習機能を持たせることで物体抽出の精度を判定する基準を動的に変化させてもよい。

実施例 6

[0093] 以下に、本発明の実施例６について説明する。図７は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図７において、図５と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0094] 本実施例では、図５に示した前記実施例４の処理内容制御部１２０に情報量決定部１２３と、ＤＮＮ処理部１１０内に外部情報変換部１１２を追加して、カメラ２００から入力された外界画像の画素数（又は解像度）を走行環境や負荷状態に応じて変更する例を示す。その他の、構成は前記実施例４と同様である。

[0095] 図７において、実施例４から新たに追加された情報量決定部１２３と外部情報変換部１１２について説明する。情報量決定部１２３は処理条件判定部１２２からの判定結果をもとに、カメラ２００で取得した外界画像を物体抽出部１１１へ入力する画素数（解像度）を決定して、ＦＰＧＡ１７０の外部情報変換部１１２へ指令する。

[0096] 外部情報変換部１１２は、情報量決定部１２３からの指令をもとにカメラ２００で取得した外界画像をＤＮＮで使用可能なフォーマットに変換する。これにより、物体抽出部１１１では処理条件（層数）に合わせた画素数で物体抽出が行われる。

[0097] 前記実施例１、２、３、４において、物体抽出部１１１の各層（５１０～５５０）で抽出される物体の大きさは異なるため、物体抽出部１１１の各層の処理内容によっては必要となる外界画像の画素数（解像度）も異なるため、物体抽出部１１１へ入力される画像の画素数は、物体抽出処理で使用する層数に応じて動的に変更されることが望ましい。

[0098] 以下、外部情報変換部１１２における処理について具体例を用いて説明する。

[0099] 一例として、カメラ２００は２００万画素の画像を出力していたとする。また、処理条件判定部１２２の判定結果から、情報量決定部１２３は、物体抽出をするために必要な画素数は２５万画素であると判定したとする。

[0100] この場合、外部情報変換部１１２は、カメラ２００から出力された２００万画素の画像を２５万画素になるように変換する。物体抽出部１１１は、この外部情報変換部１１２から出力された２５万画素の画像を使って物体抽出を行う。

[0101] このように、ＤＮＮ処理部１１０は、処理条件判定部１２２からの判定結果に基づいて物体抽出部１１１への入力画像の画素数を動的に変更することで、物体抽出部１１１で使用するＤＮＮの実行層の数に合わせた画素数の画像を使用することが可能となる。このため、ＤＮＮの実行層を削減することに加えて、物体抽出部１１１の画像の画素数を削減でき、演算量を削減することが可能となる。

[0102] これにより、本実施例の情報処理装置１００は、実施例１、２、３、４よりも消費電力の削減及び発熱量の抑制が可能となる。結果として、本実施例の情報処理装置１００は、実施例１、２、３、４よりも電動車両では走行可能距離が増大し、ＦＰＧＡ１７０等の冷却コストの低減が期待できる。

[0103] なお、本実施例では情報量決定部１２３はカメラ２００からの画素数を変更しているが、外部情報を出力するものがＬｉＤＡＲやＲＡＤＡＲであれば点群数を変更する等、外部情報の情報量の変更（削減）であればよく、画素数に限定されない。

実施例 7

[0104] 図８は、実施例７の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図８においては、図１と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0105] 本実施例では、前記実施例１の実行層決定部１２１をブロック領域決定部１２４に置き換えた例を示す。その他の構成については、前記実施例１と同様である。

[0106] 図８において新たに追加されたブロック領域決定部１２４は、ＤＮＮの物体抽出の処理を実行するブロック領域を保持しており、ブロック領域の情報を物体抽出部１１１に出力する。本実施例のブロック領域決定部１２４は、予め設定された領域を固定されたブロック領域として保持している。

[0107] 以下、物体抽出部１１１の処理について具体例を用いて説明する。

[0108] 図９は図８の物体抽出部１１１が、カメラ２００から入力された画像データからＤＮＮで物体の抽出を行う処理の一部を抜粋した例を示す図である。

[0109] 図９において、カメラ画像６００は図８におけるカメラ２００から出力されるカメラ画像を示す。また、画像６１０は物体抽出部１１１用ＤＮＮの第１層目でのカメラ画像６００の分割状態を示し、画像６２０は第２層での分割状態を示し、画像６３０は第３層での分割状態を示し、画像６４０は第４層での分割状態を示し、画像６５０は第５層での分割状態を示す。

[0110] ＤＮＮ処理部１１０は、画像６１０ではカメラ画像６００を５×５＝２５のブロックに分割して、物体抽出部１１１は各ブロック単位で物体抽出の処理を行う。ＤＮＮ処理部１１０は、同様に画像６２０ではカメラ画像６００を４×４＝１６のブロックに分割し、画像６３０ではカメラ画像６００を３×３＝９のブロックに分割し、画像６４０ではカメラ画像６００を２×２＝４のブロックに分割し、画像６５０ではカメラ画像６００を１×１＝１のブロックに分割して物体抽出の処理を行う。

[0111] したがって、図９に示す第１層～第５層の物体抽出部１１１を構成するＤ

ＮＮが物体抽出処理を行う回数は２５＋１６＋９＋４＋１＝５５回となる。なお、物体抽出部１１１のＤＮＮの構造については、本実施例で使用した構造のように小さい物体を先に抽出してから大きい物体を抽出するという構成に限定されず、カメラ画像６００から物体を抽出可能なものであればよい。また、この場合のＤＮＮの演算をする際のブロックの分割数及び層の数は、自動運転を実現するために必要な精度を確保することが可能であれば、図９の例に限定されない。

[0112] 一方、例えばカメラ２００からのカメラ画像６００には、図９に示すように自車のボンネットや空６０１等の物体が写る場合がある。これらの物体は、車両の制御を行う際にはカメラ画像６００からの抽出が不要な物体である。そのため、物体抽出部１１１がＤＮＮを実行するブロック領域を指定することで、不要な物体のみが写るブロック領域での物体抽出の処理を削減してもよい。

[0113] 図９において、例えば、平坦な見通しのよい道のみを走行する車両の場合には、カメラ画像６００には自動運転に不要な物体（雲やボンネット）が常に同じ場所にある。この場合、この部分のブロック領域では物体抽出の処理を行わなくてよい。物体抽出部１１１では、ＤＮＮを実行するブロック領域として指定された領域のみで物体抽出の処理を行う。

[0114] 図９の場合では、物体抽出の処理を行わない領域を除外領域とし、物体抽出の処理を実行する領域をブロック領域とする。

[0115] 物体抽出部１１１の第１層の画像６１０では、カメラ画像６００のうち空のみが写る領域を除外領域６１１－Ａとし、カメラ画像６００のうちボンネットのみが写る領域を除外領域６１１－Ｂとする。なお、除外領域の空とボンネットを特定しない場合には、「－」以降の符号を省略した符号「６１１」で表す。他の構成要素の符号についても同様である。

[0116] そして、除外領域６１１－Ａと６１１－Ｂの間の領域を、ブロック領域６１２に設定する。すなわち、第１層では、物体抽出部１１１が、画像６１０のうち上から３行目と４行目のブロック領域６１２でＤＮＮによる物体抽出

を実施すればよい。

[0117] 第２層の画像６２０では、物体抽出部１１１がカメラ画像６００のうち空のみが写る領域を除外領域６２１－Ａとし、カメラ画像６００のうちボンネットのみが写る領域を除外領域６２１－Ｂとする。

[0118] そして、除外領域６２１－Ａと６２１－Ｂの間の領域を、ブロック領域６２２に設定する。第２層では、物体抽出部１１１が画像６２０のうち上から２行目と３行目のブロック領域でＤＮＮによる物体抽出を実施すればよい。

[0119] 第３層の画像６３０では、物体抽出部１１１がカメラ画像６００のうち空のみが写る領域を除外領域６３１－Ａとする。そして、除外領域６３１－Ａ以外の領域を、ブロック領域６３２として設定する。第３層では、物体抽出部１１１が、画像６６０のうち上から２行目と３行目のブロック領域６３２でＤＮＮによる物体抽出を実施すればよい。

[0120] 第４層の画像６４０と第５層の画像６２０では、全ての領域がブロック領域６４２、６５２に設定されて、全てのブロックでＤＮＮによる物体抽出が実行される。

[0121] このように、物体抽出の処理を行わない除外領域６１１を、ブロック領域決定部１２４に予め設定しておくことで、ＤＮＮの演算数は９＋８＋６＋４＋１＝２８回となり、カメラ画像６００の全てのブロック領域で物体抽出を実施した場合に比べて、２７回のＤＮＮの演算を削減できる。

[0122] 本実施例では、カメラ画像６００のうち固定された除外領域で物体抽出部１１１のＤＮＮの処理が削減されることで、例えば、ＦＰＧＡ１７０やＧＰＵ等の演算装置の消費電力の削減及び発熱量の抑制が可能となる。結果として、電動車両では走行可能距離が増大し、ＦＰＧＡ１７０等の演算装置の冷却コストが低減される。

[0123] なお、本実施例では説明を簡単にする都合上、図９におけるＤＮＮの層数やブロック数に前記のような値を使用しているが、実際の物体抽出に使用するＤＮＮでは外部情報であるカメラ画像６００を数千から数万のブロックに分割し、かつ層の数も多い。そのため、実際の演算回数は前記で示した例よ

り膨大で、演算を実行するブロック領域を削減することによる演算量の低減効果も非常に大きくなる。

[0124] なお、本実施例では外部情報をカメラ２００から取得しているが、これに限定されるものではない。外部情報としては、例えば、ＬｉＤＡＲや、ＲＡＤＡＲあるいは遠赤外線カメラ等の物体との距離や物体の種類が取得できるセンサであればよい。また、センサは単独で使用してもよいし、複数を組み合わせて使用してもよい。

[0125] また、ブロック領域決定部１２４では物体抽出部１１１のＤＮＮが実行するブロック領域を決定しているが、前記実施例１、２、３、４、５、６のように層の削除を行ってもよい。この場合、物体抽出部１１１で使用するブロック数を削減するのに加えて、ＤＮＮの層数も削減することで、さらに消費電力を削減することが可能となる。

実施例 8

[0126] 以下に、本発明の実施例８について説明する。図１０は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図１０において、図８と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0127] 本実施例は、前記実施例７に処理条件判定部１２２とセンサを追加して、ＦＰＧＡ１７０内のブロック領域決定部１２４を処理内容制御部１２０内へ移動した例を示す。その他の構成については、前記実施例７と同様である。

[0128] 図１０において、実施例７から新たに追加された処理条件判定部１２２は、走行中の車両のセンサ等からの走行状態を示す情報を入力として、現在の走行環境の判定を行う。ブロック領域決定部１２４は処理条件判定部１２２が判定した走行環境に基づいて、物体抽出処理でＤＮＮを実行するブロック領域（図９の６１２、６２２、６３２、６４２、６５２以下同様）を動的に変更する。

[0129] 本実施例では、車両の走行状態を検出するセンサとして、前記実施例２と

同様に車速センサ３０と照度センサ４０を情報処理装置１００に接続する例を示すが、これらに限定されるものではない。

[0130] 情報処理装置１００の処理条件判定部１２２は、前記実施例２と同様に、車速センサ３０と照度センサ４０からの情報から走行環境を判定して、ブロック領域決定部１２４へ出力する。ブロック領域決定部１２４は、入力された走行環境に基づいてＤＮＮで使用するブロック領域（又は除外領域）を処理条件として決定して物体抽出部１１１へ指令する。

[0131] 前記実施例７では、ブロック領域が固定値のためＦＰＧＡ１７０内にブロック領域決定部１２４を配置した例を示したが、実施例８では、ブロック領域決定部１２４が動的にブロック領域（又は除外領域）を変更する。このため、実行層決定部１２１はプログラムとしてメモリ２０にロードされて、プロセッサ１０によって実行される。

[0132] 実施例７では、限定された走行環境においてＤＮＮを実行するブロック領域を静的に決定する例を示したが、車両の自動運転では走行環境は様々であり複雑で、画像データから抽出される物体抽出の精度も時々刻々と変化するため、走行環境に応じてＤＮＮを実行するブロック領域（又は除外領域）を動的に変更できることが望ましい。

[0133] 以下、処理条件判定部１２２の処理について具体例を用いて説明する。

[0134] 一例として、走行状態を示す情報とし車速センサ３０が検出した車速を用いる例を示す。処理条件判定部１２２は、車速センサ３０が検出した車速が、予め設定された車速閾値以下であれば現在の走行環境が渋滞中であると判定する。

[0135] 車両が渋滞中で非常に低速（例えば、５ｋｍ／ｈ）で走行している場合は、カメラ２００から入力される画像の変化が小さいため、物体抽出部１１１では、自車前方の車両に追従可能な物体抽出の精度があればよく、カメラ２００からの画像の全ての領域で物体抽出を実行する必要がない。

[0136] ブロック領域決定部１２４は、処理条件判定部１２２が判定した走行環境をもとに処理条件を決定する。ブロック領域決定部１２４は、処理条件とし

て、自動運転に必要な物体抽出の精度を確保しつつＤＮＮの演算量が削減できるように、図９における物体抽出をしない除外領域６１１、６２１、６３１及びＤＮＮで物体抽出を行うブロック領域６１２、６２２、６３２、６４２、６５２を決定する。

[0137] 物体抽出部１１１は、ブロック領域決定部１２４が決定したブロック領域６１２、６２２、６３２、６４２、６５２のみで物体抽出を行う。なお、以下では単にブロック領域と除外領域とする場合がある。

[0138] このように、実施例８では前記実施例７の構成に、走行状態を示す情報から外部環境（走行環境）を判定する処理条件判定部１２２を追加し、走行環境に適した処理条件の判定を行う。これにより、本実施例の情報処理装置１００は、前記実施例７に比して走行環境に合わせて動的に、物体抽出の精度とＦＰＧＡ１７０の消費電力及び発熱量の変更ができる。

[0139] 結果として、電動車両では実施例７に比して走行可能距離が増大し延び、ＦＰＧＡ１７０の冷却コスト低減が期待できる。なお、上記で渋滞と判定する方法は、車速センサ３０でなくてもよく、走行速度が分かる画像情報や、ラジオ、インターネット等の渋滞情報でもよい。

[0140] また、走行状態を示す情報として照度センサ４０を用いて、処理条件判定部１２２が周囲の明るさ（照度）が予め設定された照度閾値以下であれば走行環境がトンネル内だと判定する。

[0141] 図１１は、トンネル走行中のカメラ２００からのカメラ画像６００のうち、物体抽出部１１１でＤＮＮの処理を行う例を示した図である。トンネル内は周囲が壁で覆われているため、カメラ画像６００のうち、左右端の物体抽出の処理はしなくてもよい。

[0142] ブロック領域決定部１２４は、処理条件判定部１２２からの判定結果がトンネル内であれば、図１１に示す物体抽出をしない除外領域６０３を決定する。現在の走行環境をトンネルと判別する方法は、ＧＰＳのように現在位置を特定可能な装置等を用いることができる。

[0143] なお、ブロック領域決定部１２４は、カメラ画像６００のフレーム間で変

化のない（又は少ない）領域を除外領域６０３とするよう、物体抽出部１１１へ指令してもよい。

[0144] また、走行状態を示す情報として車内カメラ（図示省略）を用いてもよい。この場合、処理条件判定部１２２は、車内カメラの画像データからドライバーがハンドルを操作しているか否かを検出し、ハンドルを操作していれば自動運転（ＡＤ：Ａｕｔｏｎｏｍｏｕｓ　Ｄｒｉｖｉｎｇ）の使用中ではないと判定する。ＡＤを使用する際には自動運転システムのみで車両を制御することから小さな物体まで認識するような高い精度での物体抽出が必要となるが、ＡＤを使用していない場合、ドライバーが外界情報を認知可能なため、運転支援が可能な物体抽出の精度が保たれていればよい。

[0145] ブロック領域決定部１２４は、処理条件判定部１２２が判定した走行環境をもとに、物体抽出部１１１でＤＮＮを実行するブロック領域を決定する。あるいは、ブロック領域決定部１２４は、ＤＮＮを実行しない除外領域６１１等を決定してもよい。また、ＡＤ使用中かを判定する方法は車内カメラでなくてもよく、ハンドルの操作を検知するセンサやドライバーが運転席にいるかを判定可能なもの、又は行動計画部１３０が生成した自動運転車の行動計画の有無等のデータからＡＤを使用しているか判定してもよい。

[0146] なお、処理条件判定部１２２は走行状態を示す情報のうちいずれか１つを用いて処理条件の判定をしてもよいし、複数用いて処理条件の判定をしてもよい。

実施例 9

[0147] 以下に、本発明の実施例９について説明する。図１２は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図１２において、図１０と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0148] 本実施例では、前記実施例７に処理条件判定部１２２と負荷検出装置５０を追加して、ＦＰＧＡ１７０内のブロック領域決定部１２４を処理内容制御

部１２０内へ移動した例を示す。その他の構成については、前記実施例７と同様である。

[0149] 前記実施例８では、処理条件判定部１２２は、走行中のセンサ等からの走行状態を示す情報を入力として、現在の走行環境の判定を行っているが、本実施例では処理条件判定部１２２は、情報処理装置１００の演算負荷を入力として、現在のＦＰＧＡ１７０の負荷状態の判定を行う。ブロック領域決定部１２４は、処理条件判定部１２２が判定した負荷状態をもとに物体抽出部１１１が物体抽出に使用するＤＮＮのブロック領域を決定する。

[0150] 図１２において、実施例７から新たに追加された負荷検出装置５０は、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷を検出して処理条件判定部１２２へ入力する。なお、負荷検出装置５０は、例えば、ＦＰＧＡ１７０の消費電力や、供給電流などを演算負荷として検出するセンサを含むことができる。

[0151] また、前記実施例７では、ＤＮＮを実行するブロック領域（又は除外領域）が固定値のためＦＰＧＡ１７０内にブロック領域決定部１２４を配置した例を示したが、実施例９では、ブロック領域決定部１２４が動的にブロック領域（処理条件）を変更するため、プログラムとしてメモリ２０にロードされて、プロセッサ１０によって実行する。

[0152] 以下、処理条件判定部１２２の処理について具体例を用いて説明する。

[0153] 一例として、処理条件判定部１２２は、演算負荷としてＦＰＧＡ１７０の負荷率を算出し、所定の負荷率閾値と比較する。なお、負荷率は、負荷検出装置５０が検出した消費電力を所定の最大電力で除した値（％）を用いる例を示す。

[0154] 処理条件判定部１２２は、ＦＰＧＡ１７０の負荷率が負荷率閾値よりも高い場合、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷を下げると判定する。ブロック領域決定部１２４は、処理条件判定部１２２からの判定結果をもとに、ＦＰＧＡ１７０の負荷率が負荷率閾値以下になるように、物体抽出部１１１で物体抽出を実施しない除外領域を決定する。

[0155] なお、ブロック領域決定部１２４は、カメラ画像６００のフレーム間で変

化のない（又は少ない）領域を除外領域６０３とするよう、物体抽出部１１１へ指令してもよい。

[0156] このように、演算負荷から負荷状態を判定する処理条件判定部１２２を追加することで、情報処理装置１００に含まれるＦＰＧＡ１７０の負荷率に応じた負荷状態を判定し、実行層決定部１２１は負荷状態に応じて処理条件を動的に変更することが可能となる。これにより、情報処理装置１００は、実施例１に比して動的にＦＰＧＡ１７０の消費電力の削減及び発熱量の抑制ができる。

[0157] さらに、本実施例の情報処理装置１００では、上記により、熱暴走等によりＦＰＧＡ１７０に異常が発生するのを抑制し、演算精度が低下することを防ぐことが可能となる。これにより、前記実施例１に比して電動車両の走行可能距離を増大することが可能となり、ＦＰＧＡ１７０等の冷却コストを低減できる。

[0158] また、本実施例で演算負荷としているＦＰＧＡ１７０の負荷率は、消費電力に限定されるものではない。ＦＰＧＡ１７０の温度等の演算負荷に関連する値を利用すればよい。また、上記演算負荷は、ＦＰＧＡ１７０だけはなくプロセッサ１０の演算負荷を含めるようにしてもよい。

[0159] なお、処理条件判定部１２２は演算負荷のうちいずれか１つを用いて負荷状態の判定をしてもよいし、複数の演算負荷を用いて負荷状態を判定してもよい。

実施例 10

[0160] 以下に、本発明の実施例１０について説明する。図１３は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図１３において、図１０、図１２と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0161] 本実施例では、前記実施例８の構成に前記実施例９構成を加えた例を示す。その他の構成については、前記実施例８と同様である。

[0162] 前記実施例８では走行中のセンサ等からの走行状態を示す情報を入力として、現在の走行環境の判定を行っており、実施例９では情報処理装置１００の演算負荷を入力として、現在の負荷状態の判定を行う例を示した。本実施例では、前記実施例８に前記実施例９を組み合わせた例を示す。

[0163] 処理条件判定部１２２は、走行中の走行状態を示す情報と、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷の両方を入力として、走行環境と負荷状態の判定を行ってブロック領域決定部１２４へ出力する。ブロック領域決定部１２４は、処理条件判定部１２２からの判定結果をもとに物体抽出に使用するＤＮＮのブロック領域（処理条件）を決定する。なお、ブロック領域決定部１２４は、上述のようにブロック領域又は除外領域を決定すればよい。

[0164] このように、本実施例の情報処理装置１００は、処理条件判定部１２２で走行状態を示す情報と、ＦＰＧＡ１７０の演算負荷から走行環境と負荷状態を判定することで、実施例８及び実施例９に比して物体抽出の精度と消費電力及び発熱量の削減を動的に変更できる。

[0165] 結果として、本実施例の情報処理装置１００は、実施例８及び実施例９の利点を合わせた効果が期待できる。つまり、様々な走行環境において適した物体抽出の精度を保ちつつ、ＦＰＧＡ１７０の負荷を正常な状態に保つことが可能となる。

[0166] なお、処理条件判定部１２２は走行状態を示す情報及び演算負荷のうちいずれか１つを用いて処理条件の判定をしてもよいし、複数用いて処理条件の判定をしてもよい。

実施例 11

[0167] 以下に、本発明の実施例１１について説明する。図１４は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図１４において、図１３と同様の構成要素には同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0168] 本実施例は、前記実施例１０の構成要素にＬｉＤＡＲ４００と、センサ認

識部１４０と、認識精度判定部１５０を追加したものである。その他の構成については前記実施例４と同様である。

[0169] 図１４において、実施例１０から新たに追加されたセンサ認識部１４０はＬｉＤＡＲ４００からの情報（距離及び方位）を処理し、物体の認識を行う。また、認識精度判定部１５０は、物体抽出部１１１からの物体の抽出結果と、センサ認識部１４０からの物体認識の結果の差異を判定することで、物体抽出部１１１の物体抽出が必要な精度を保持しているか否かを判定し、判定した結果を処理条件判定部１２２に出力する。

[0170] して演算負荷を削減する条件となる基準値を更新することで、演算負荷削減による物体抽出の精度が不足するような過度な演算削除を防ぐ。

[0171] そして、処理条件判定部１２２は、認識精度判定部１５０からの判定結果と、走行状態及び演算負荷に基づいて、物体抽出部１１１での演算負荷を削減する条件となる基準値を更新することで、演算負荷の削減による物体抽出の精度が不足するような過度な演算の省略を防ぐ。

[0172] 前記実施例７、８、９、１０では、走行状態を示す情報と演算負荷によってＤＮＮによって物体抽出を実行するブロック領域は静的であったが、自動運転をするために必要な物体抽出の精度を保つために、この基準値は動的であることが望ましい。

[0173] 以下、認識精度判定部１５０の処理について具体例を用いて説明する。

[0174] 一例として、カメラ２００からの画像データを入力して、物体抽出部１１１で抽出した物体が５個、ＬｉＤＡＲ４００からの情報からセンサ認識部１４０で認識した物体の個数が７個で、物体抽出部１１１において抽出された物体の数がセンサ認識部１４０で認識された物体の数よりも少なかったとする。

[0175] この場合、センサ認識部１４０で抽出された物体が物体抽出部１１１では抽出できていないことから、物体抽出部１１１は自動運転に必要な物体抽出の精度が保たれていないと判定する。

[0176] 認識精度判定部１５０は、物体抽出部１１１とセンサ認識部１４０のから

の情報をもとに、処理条件判定部１２２に処理条件を物体抽出の精度が向上するように変更する命令を出力し、処理条件判定部１２２は処理条件を決めるための基準値の変更を行う。

[0177] 本実施例の基準値は、例えば、負荷率閾値を補正する値とした場合、処理条件判定部１２２は認識精度判定部１５０から物体抽出の精度を向上する命令を受け付けると、基準値を＋５％として負荷率閾値を増大させる。また、処理条件判定部１２２は、ブロック領域決定部１２４へ負荷率閾値を増大したことを通知する。

[0178] ブロック領域決定部１２４は、負荷率閾値の増大の通知を受け付けると、現在物体抽出部１１１で使用しているＤＮＮのブロック領域に所定値を加算してＦＰＧＡ１７０の物体抽出部１１１へ指令する。ブロック領域決定部１２４の所定値は、例えば、１などに設定される。

[0179] このように、認識精度判定部１５０からの要求に応じて、ブロック領域決定部１２４は物体抽出部１１１で使用するＤＮＮのブロック領域の数を増大し、物体を抽出する精度を向上させることができる。

[0180] ただし、実行層決定部１２１は、走行環境が渋滞中又は夜間の場合には、物体抽出部１１１が使用するＤＮＮのブロック領域を増大させる効果が低いため、負荷率閾値の増大の通知をキャンセルすることができる。

[0181] このように、ＬｉＤＡＲ４００からの情報で物体を認識するセンサ認識部１４０と、物体抽出部１１１とセンサ認識部１４０の物体抽出の精度を判定する認識精度判定部１５０を追加することで、物体抽出部１１１において自動運転に必要な物体抽出の精度が不足するような、過度の演算処理（層）の削減が行われることを防ぐことができる。

[0182] これにより、本実施例の情報処理装置１００は、前記実施例７、８、９、１０よりも精度の高い処理を維持できる。結果として本実施例の情報処理装置１００は、実施例７、８、９、１０に対して、ＦＰＧＡ１７０の消費電力を低減することが可能となる。

[0183] なお、本実施例では物体抽出の精度の判定に用いるセンサをＬｉｄａｒ４

００としているが、これはカメラ、ＲＡＤＡＲ、遠赤外線カメラ等の物体との距離や物体の種類が判別できるもので、物体抽出部１１１に入力される外部情報を出力するセンサと異なるものであればよく、ＬｉＤＡＲに限定されない。また、センサは単独で使用してもよいし、複数を組み合わせて使用してもよい。

[0184] また、本実施例では、認識精度判定部１５０が物体抽出の精度を判定する手法として、物体抽出部１１１の結果とセンサ認識部１４０の結果が一致しているか否かを判定するという静的な処理となっているが、認識精度判定部１５０に学習機能を持たせることで物体抽出の精度を判定する基準を動的に変化させてもよい。

実施例 12

[0185] 以下に、本発明の実施例１２について説明する。図１５は、本実施例の情報処理装置１００を用いた自動運転システムの構成の一例を示すブロック図である。図１５において、図１３と同様の構成要素には　同じ名称と符号を付与しており、特に説明がない限り、同一又は類似の機能を有するものとして、説明を省略する。

[0186] 本実施例では、図１３に示した前記実施例１０の処理内容制御部１２０に情報量決定部１２３と、ＤＮＮ処理部１１０内に外部情報変換部１１２を追加して、カメラ２００から入力された外界画像の画素数（又は解像度）を走行環境や負荷状態に応じて変更する例を示す。その他の、構成は前記実施例１０と同様である。

[0187] 図１５において、前記実施例１０から新たに追加された情報量決定部１２３と外部情報変換部１１２について説明する。情報量決定部１２３は処理条件判定部１２２からの結果をもとに、カメラ２００で取得した外界画像を物体抽出部１１１へ入力する画素数（解像度）を決定して、ＦＰＧＡ１７０の外部情報変換部１１２へ指令する。

[0188] 外部情報変換部１１２は、情報量決定部１２３からの指令をもとにカメラ２００で取得した外界画像をＤＮＮで使用可能なフォーマットに変換する。

これにより、物体抽出部１１１では処理条件（ブロック領域又は除外領域）に合わせた画素数で物体抽出が行われる。

[0189] 以下、外部情報変換部１１２における処理について具体例を用いて説明する。

[0190] 一例として、カメラ２００は２００万画素の画像を出力していたとする。また、処理条件判定部１２２の判定結果から、情報量決定部１２３は、物体抽出をするために必要な画素数は２５万画素であると判定したとする。この場合、外部情報変換部１１２は、カメラ２００から出力された２００万画素の画像を２５万画素になるように変換する。物体抽出部１１１は、この外部情報変換部１１２から出力された２５万画素の画像を使って物体抽出を行う。

[0191] このように、本実施例の情報処理装置１００は、処理条件判定部１２２からの判定結果に基づいて入力画像の画素数を動的に変更することで、物体抽出部１１１でＤＮＮを実行するブロック領域に合わせた画素数の画像を使用することが可能となる。このため、ＤＮＮの実行層を削減することに加えて、物体抽出部１１１が物体抽出を行う画像の画素数を削減でき、演算量を削減することが可能となる。

[0192] これにより、本実施例の情報処理装置１００は、前記実施例７、８、９、１０よりも消費電力の削減及び発熱量の抑制が可能となる。結果として、本実施例の情報処理装置１００は、実施例７、８、９、１０より電動車両では走行可能距離が伸び増大し、ＦＰＧＡ１７０の冷却コストの改善が期待できる。

[0193] なお、本実施例では情報量決定部１２３はカメラ２００からの画素数を変更しているが、外部情報を出力するものがＬｉＤＡＲやＲＡＤＡＲであれば点群数を決定する等、外部情報の情報量であればよく、画素数に限定されない。

[0194] ＜結び＞ 以上のように、上記実施例１～６（７～１２）の情報処理装置１００は、以下のような構成とすることができる。

[0195] （１）プロセッサ（１０）とメモリ（２０）と推論モデルで演算を実行する演算装置（ＦＰＧＡ１７０）を有する情報処理装置（１００）であって、外部情報（カメラ２００の出力）を受け付けて、前記推論モデルによって前記外部情報から外界の物体を抽出するＤＮＮ処理部（１１０）と、前記ＤＮＮ処理部（１１０）の処理内容を制御する処理内容制御部（１２０）と、を有し、前記ＤＮＮ処理部（１１０）は、複数のニューロンの層を有するディープニューラルネットワークで前記推論モデルを実行する物体抽出部（１１１）を有し、前記処理内容制御部（１２０）は、前記物体抽出部（１１１）で用いる前記層を決定する実行層決定部（１２１）を含むことを特徴とする情報処理装置。

[0196] 上記構成により、物体抽出部１１１が使用するＤＮＮの層（固定値）を削減することで、例えばＦＰＧＡ１７０やＧＰＵ等の演算装置の消費電力の削減及び発熱量の抑制が可能となる。結果として、電動車両では走行可能距離が増大し、演算装置の冷却コストが低減できる。

[0197] （２）上記（１）に記載の情報処理装置であって、前記処理内容制御部（１２０）は、外部の状態情報（走行状態）を受け付けて、予め設定された閾値と外部の状態情報の値を比較して、外部環境を判定する処理条件判定部（１２２）を含み、前記実行層決定部（１２１）は、前記処理条件判定部（１２２）の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部（１１０）で使用する前記層の数を決定し、前記ＤＮＮ処理部（１１０）に出力することを特徴とする情報処理装置。

[0198] 上記構成により、走行状態を検出するセンサと、走行状態を示す情報から車両の走行環境を判定する処理条件判定部１２２とを追加し、実行層決定部１２１が走行環境に適した処理条件の決定を行う。これにより、情報処理装置１００は、上記（１）よりも、走行環境に合わせて動的に、物体抽出の精度と演算装置（ＦＰＧＡ１７０）の消費電力及び発熱量に影響を与える処理条件を動的に変更することが可能となる。

[0199] 結果として、電動車両では上記（１）よりも走行可能距離が増大し、演算

装置（ＦＰＧＡ１７０）の冷却コスト低減が期待できる。

[0200] （３）上記（１）に記載の情報処理装置であって、前記演算装置（１７０）の演算負荷を検出する負荷検出装置（５０）をさらに有し、前記処理内容制御部（１２０）は、前記負荷検出装置（５０）から前記演算負荷を受け付けて、予め設定された負荷閾値と前記演算負荷を比較して負荷状態を判定する処理条件判定部（１２２）を有し、前記実行層決定部（１２１）は、前記処理条件判定部（１２２）の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部（１１０）で使用する前記層の数を決定することを特徴とする情報処理装置。

[0201] 上記構成により、情報処理装置１００に含まれるＦＰＧＡ１７０の負荷に応じた負荷状態を判定し、実行層決定部１２１は負荷に応じて処理条件を動的に変更することができる。これにより、情報処理装置１００は、上記（１）に比して動的にＦＰＧＡ１７０の消費電力の削減及び発熱量の抑制が可能となる。

[0202] さらに、本実施例の情報処理装置１００では、上記により、熱暴走等によりＦＰＧＡ１７０に異常が発生するのを抑制し、演算装置の演算精度が低下することを防ぐことが可能となる。これにより、前記実施例１に比して電動車両の走行可能距離を増大することが可能となり、ＦＰＧＡ１７０等の冷却コストを低減できる。

[0203] （４）上記（２）に記載の情報処理装置であって、

[0204] 前記演算装置（１７０）の演算負荷を検出する負荷検出装置（５０）をさらに有し、前記処理条件判定部（１２２）は、前記負荷検出装置（５０）から前記演算負荷を受け付けて、予め設定された負荷閾値と前記演算負荷を比較して負荷状態を判定し、前記外部環境の判定結果と前記負荷状態の判定結果を前記実行層決定部（１２１）へ出力し、前記実行層決定部（１２１）は、前記処理条件判定部（１２２）の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部（１１０）で使用する前記層の数を決定することを特徴とする情報処理装置。

[0205] 上記構成により、処理条件判定部１２２で走行状態を示す情報と、ＦＰＧ

Ａ１７０の演算負荷から走行環境と負荷状態を判定することで、上記（２）及び（３）に比して動的に物体抽出の精度と消費電力及び発熱量の削減を変更することが可能となる。結果として、上記（２）及び（３）の利点を合わせた効果が期待できる。つまり、様々な走行環境において適した物体抽出の精度を保ちつつ、ＦＰＧＡ１７０の負荷を正常な状態に保つことが可能となる。

[0206] （５）上記（４）に記載の情報処理装置であって、前記処理内容制御部（１２０）は、物体を検出するセンサ情報（ＬｉＤＡＲ４００の出力）を受け付けて、前記センサ情報から物体を認識するセンサ認識部（１４０）と、前記センサ認識部（１４０）で認識された物体と、前記ＤＮＮ処理部（１１０）で抽出した物体を比較して認識精度を算出し、前記認識精度が予め設定された精度閾値以下の場合には、認識精度の低下を判定する認識精度判定部（１５０）と、をさらに有し、前記処理条件判定部（１２２）は、前記外部環境の判定結果と、前記負荷状態の判定結果に、前記認識精度判定部（１５０）の判定結果を加えて前記実行層決定部（１２１）へ出力し、前記実行層決定部（１２１）は、前記処理条件判定部（１２２）の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部（１１０）で使用する前記層の数を決定することを特徴とする情報処理装置。

[0207] 上記構成により、ＬｉＤＡＲ４００からの情報で物体を認識するセンサ認識部１４０と、物体抽出部１１１とセンサ認識部１４０の物体抽出の精度を判定する認識精度判定部１５０を追加することで、物体抽出部１１１において自動運転に必要な物体抽出の精度が不足するような、過度の演算処理（層）の削減が行われることを防ぐことができる。これにより、情報処理装置１００は、上記（１）、（２）、（３）、（４）よりも精度の高い処理を維持できる。結果として上記（１）、（２）、（３）、（４）に対して、より消費電力の削減が可能となる。

[0208] （６）上記（２）に記載の情報処理装置であって、前記外部情報は、画像情報であって、前記処理内容制御部（１２０）は、前記処理条件判定部（１

２２）の判定結果に基づいて前記画像情報の情報量を決定する情報量決定部（１２３）をさらに有し、前記ＤＮＮ処理部（１１０）は、前記情報量決定部（１２３）で決定された情報量に基づいて、前記物体抽出部（１１１）で用いる前記画像情報の情報量を変更する外部情報変換部（１１２）をさらに有することを特徴とする情報処理装置。

[0209] 上記構成により、ＤＮＮ処理部１１０は、処理条件判定部１２２からの判定結果に基づいて入力画像の画素数を動的に変更することで、物体抽出部１１１で使用するＤＮＮの実行層の数に合わせた画素数の画像を使用することができる。このため、ＤＮＮの実行層を削減することに加えて、物体抽出部１１１で使用する画像の画素数を削減でき、演算量さらに削減することが可能となる。これにより、上記（１）、（２）、（３）、（４）よりも消費電力の削減及び発熱量の抑制が可能となる。結果として、上記（１）、（２）、（３）、（４）よりも電動車両では走行可能距離が増大し、ＦＰＧＡ１７０等の冷却コストの低減が期待できる。

[0210] なお、本発明は上記した実施例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、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に記載したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加、削除、又は置換のいずれもが、単独で、又は組み合わせても適用可能である。

[0211] また、上記の各構成、機能、処理部、及び処理手段等は、それらの一部又は全部を、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、及び機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモ

リや、ハードディスク、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）等の記録装置、又は、ＩＣカード、ＳＤカード、ＤＶＤ等の記録媒体に置くことができる。

[0212] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

[0213] ＜補足＞

特許請求の範囲に記載した以外の本発明の観点の代表的なものとして、次のものがあげられる。

[0214] ＜７＞

プロセッサとメモリと推論モデルで演算を実行する演算装置を有する情報処理装置であって、

[0215] 外部情報を受け付けて、前記推論モデルによって前記外部情報から外界の物体を抽出するＤＮＮ処理部と、前記ＤＮＮ処理部の処理内容を制御する処理内容制御部と、を有し、前記ＤＮＮ処理部は、前記外部情報を異なる大きさの物体を抽出するための複数のブロック領域に分割し、ディープニューラルネットワークによって前記ブロック領域毎に前記外界の物体を抽出する前記推論モデルを含む物体抽出部を有し、前記処理内容制御部は、前記物体抽出部で用いる前記ブロック領域を決定するブロック領域決定部を含むことを特徴とする情報処理装置。

[0216] ＜８＞

上記＜７＞に記載の情報処理装置であって、前記処理内容制御部は、外部の状態情報を受け付けて、予め設定された閾値と外部の状態情報の値を比較して、外部環境を判定する処理条件判定部を含み、前記ブロック領域決定部は、前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前記ブロック領域を決定し、前記ＤＮＮ処理部に出力することを特徴とする情報処理装置。

[0217] ＜９＞

上記＜７＞に記載の情報処理装置であって、前記演算装置の演算負荷を検出する負荷検出装置をさらに有し、前記処理内容制御部は、前記負荷検出装置から前記演算負荷を受け付けて、予め設定された負荷閾値と前記演算負荷を比較して負荷状態を判定する処理条件判定部を有し、前記ブロック領域決定部は、前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前ブロック領域を決定することを特徴とする情報処理装置。

[0218] ＜１０＞

上記＜８＞に記載の情報処理装置であって、前記演算装置の演算負荷を検出する負荷検出装置をさらに有し、前記処理条件判定部は、前記負荷検出装置から前記演算負荷を受け付けて、予め設定された負荷閾値と前記演算負荷を比較して負荷状態を判定し、前記外部環境の判定結果と前記負荷状態の判定結果を前記ブロック領域決定部へ出力し、前記ブロック領域決定部は、前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前記ブロック領域を決定することを特徴とする情報処理装置。

[0219] ＜１１＞

上記＜１０＞に記載の情報処理装置であって、前記処理内容制御部は、物体を検出するセンサ情報を受け付けて、前記センサ情報から物体を認識するセンサ認識部と、前記センサ認識部で認識された物体と、前記ＤＮＮ処理部で抽出した物体を比較して認識精度を算出し、前記認識精度が予め設定された精度閾値以下の場合には、認識精度の低下を判定する認識精度判定部と、をさらに有し、前記処理条件判定部は、前記外部環境の判定結果と、前記負荷状態の判定結果に、前記認識精度判定部の判定結果を加えて前記ブロック領域決定部へ出力し、前記ブロック領域決定部は前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前記ブロック領域を決定することを特徴とする情報処理装置。

[0220] ＜１２＞

上記＜８＞に記載の情報処理装置であって、前記外部情報は、画像情報であって、前記処理内容制御部は、前記処理条件判定部の判定結果に基づいて

前記画像情報の情報量を決定する情報量決定部をさらに有し、前記ＤＮＮ処理部は、前記情報量決定部で決定された情報量に基づいて、前記物体抽出部で用いる前記画像情報の情報量を変更する外部情報変換部をさらに有することを特徴とする情報処理装置。

符号の説明

[0221] １００　情報処理装置

１１０　ＤＮＮ処理部

１１１　物体抽出部

１１２　外部情報変換部

１２０　処理内容制御部

１２１　実行層決定部

１２２　処理条件判定部

１２３　情報量決定部

１２４　ブロック領域決定部

１３０　行動計画部

１４０　センサ認識部

１５０　抽出精度判定部

２００　カメラ

３００　車両制御部

４００　ＬｉＤＡＲ

請求の範囲

[請求項1] プロセッサとメモリと推論モデルで演算を実行する演算装置を有する情報処理装置であって、

外部情報を受け付けて、前記推論モデルによって前記外部情報から外界の物体を抽出するＤＮＮ処理部と、

前記ＤＮＮ処理部の処理内容を制御する処理内容制御部と、を有し、

前記ＤＮＮ処理部は、

複数のニューロンの層を有するディープニューラルネットワークで前記推論モデルを実行する物体抽出部を有し、

前記処理内容制御部は、

前記物体抽出部で用いる前記層を決定する実行層決定部を含むことを特徴とする情報処理装置。

[請求項2] 請求項１に記載の情報処理装置であって、

前記処理内容制御部は、

外部の状態情報を受け付けて、予め設定された閾値と外部の状態情報の値を比較して、外部環境を判定する処理条件判定部を含み、

前記実行層決定部は、

前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前記層の数を決定し、前記ＤＮＮ処理部に出力することを特徴とする情報処理装置。

[請求項3] 請求項１に記載の情報処理装置であって、

前記演算装置の演算負荷を検出する負荷検出装置をさらに有し、

前記処理内容制御部は、

前記負荷検出装置から前記演算負荷を受け付けて、予め設定された負荷閾値と前記演算負荷を比較して負荷状態を判定する処理条件判定部を有し、

前記実行層決定部は、

前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前記層の数を決定することを特徴とする情報処理装置。

[請求項4] 請求項２に記載の情報処理装置であって、

前記演算装置の演算負荷を検出する負荷検出装置をさらに有し、

前記処理条件判定部は、

前記負荷検出装置から前記演算負荷を受け付けて、予め設定された負荷閾値と前記演算負荷を比較して負荷状態を判定し、前記外部環境の判定結果と前記負荷状態の判定結果を前記実行層決定部へ出力し、

前記実行層決定部は、

前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前記層の数を決定することを特徴とする情報処理装置。

[請求項5] 請求項４に記載の情報処理装置であって、

前記処理内容制御部は、

物体を検出するセンサ情報を受け付けて、前記センサ情報から物体を認識するセンサ認識部と、

前記センサ認識部で認識された物体と、前記ＤＮＮ処理部で抽出した物体を比較して認識精度を算出し、前記認識精度が予め設定された精度閾値以下の場合には、認識精度の低下を判定する認識精度判定部と、をさらに有し、

前記処理条件判定部は、

前記外部環境の判定結果と、前記負荷状態の判定結果に、前記認識精度判定部の判定結果を加えて前記実行層決定部へ出力し、

前記実行層決定部は、

前記処理条件判定部の判定結果に基づいて、前記ＤＮＮ処理部で使用する前記層の数を決定することを特徴とする情報処理装置。

[請求項6] 請求項２に記載の情報処理装置であって、

前記外部情報は、画像情報であって、

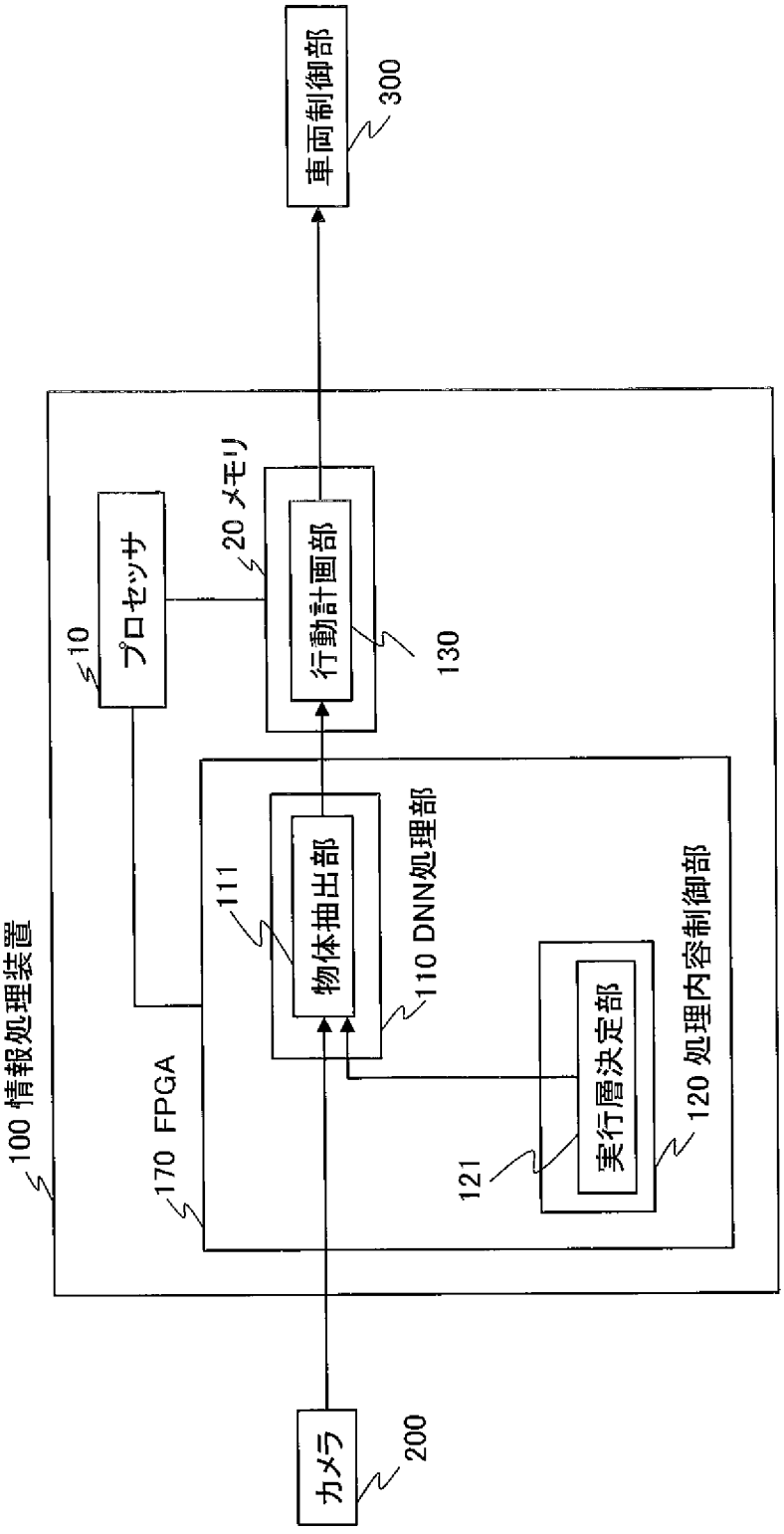
前記処理内容制御部は、

前記処理条件判定部の判定結果に基づいて前記画像情報の情報量を決定する情報量決定部をさらに有し、

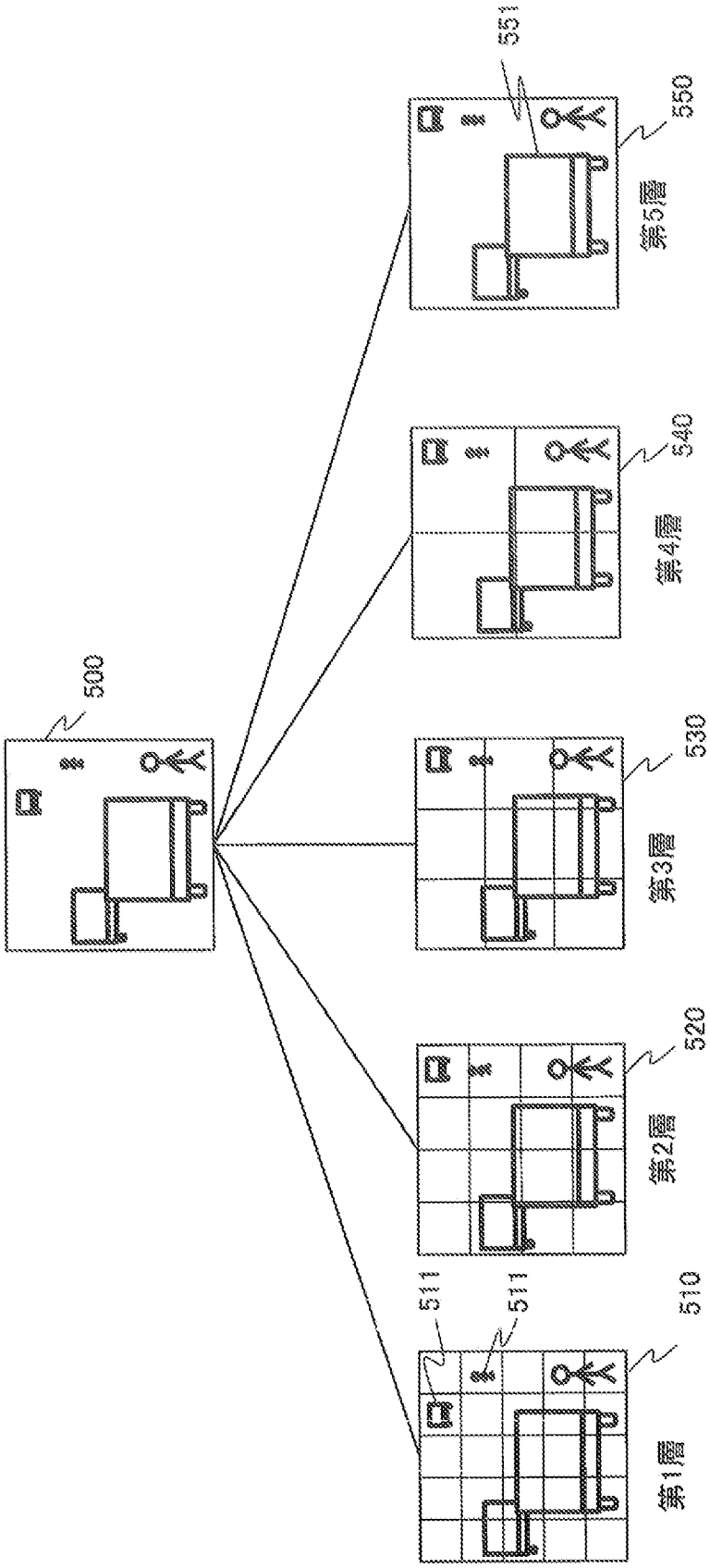
前記ＤＮＮ処理部は、

前記情報量決定部で決定された情報量に基づいて、前記物体抽出部で用いる前記画像情報の情報量を変更する外部情報変換部をさらに有することを特徴とする情報処理装置。

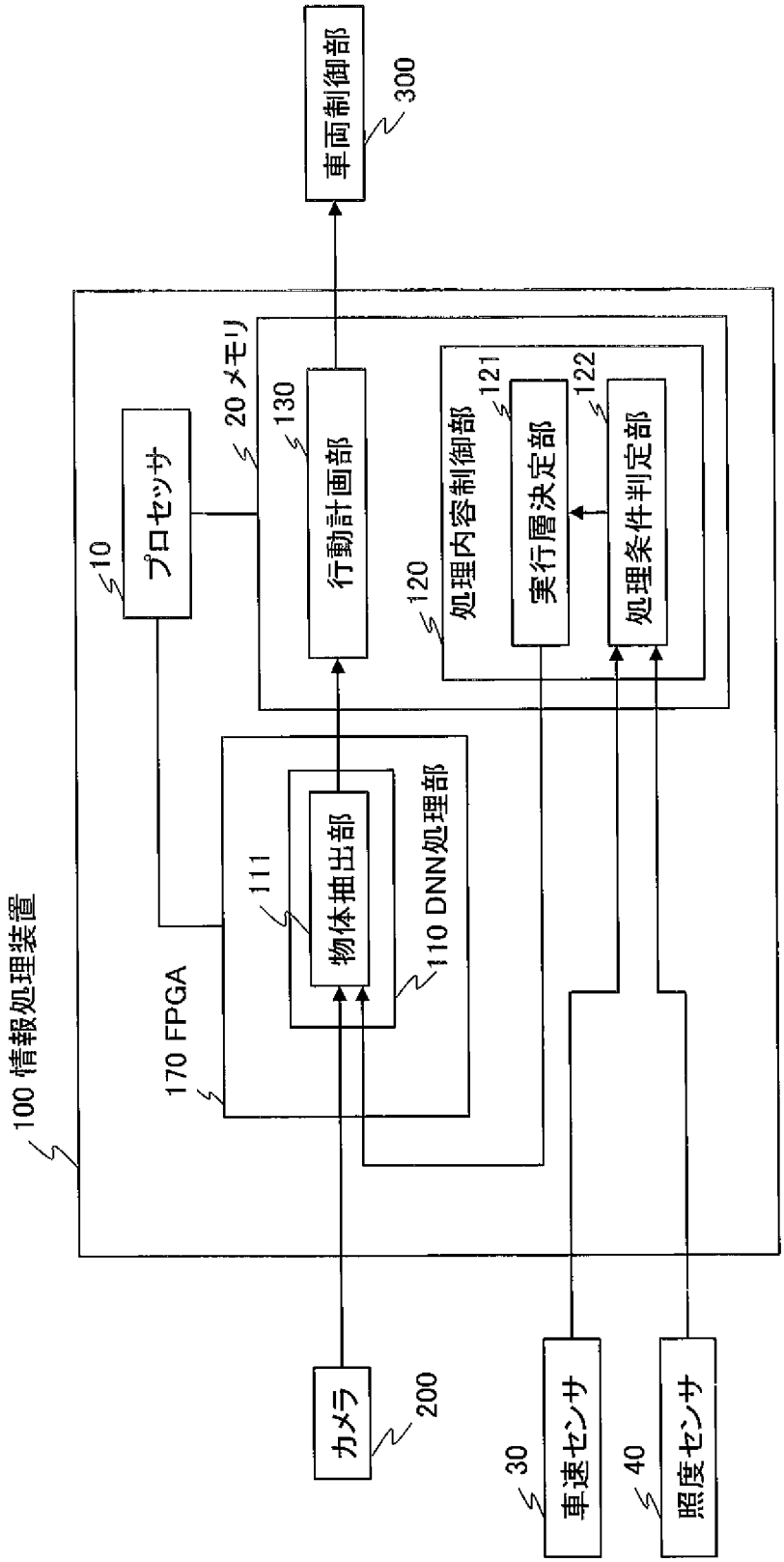
[図1]


車両制御部
300
100 情報処理装置
プロセッサ
10
20 メモリ
行動計画部
130
物体抽出部
111
110 DNN処理部
170 FPGA
実行層決定部
121
120 処理内容制御部
カメラ
200

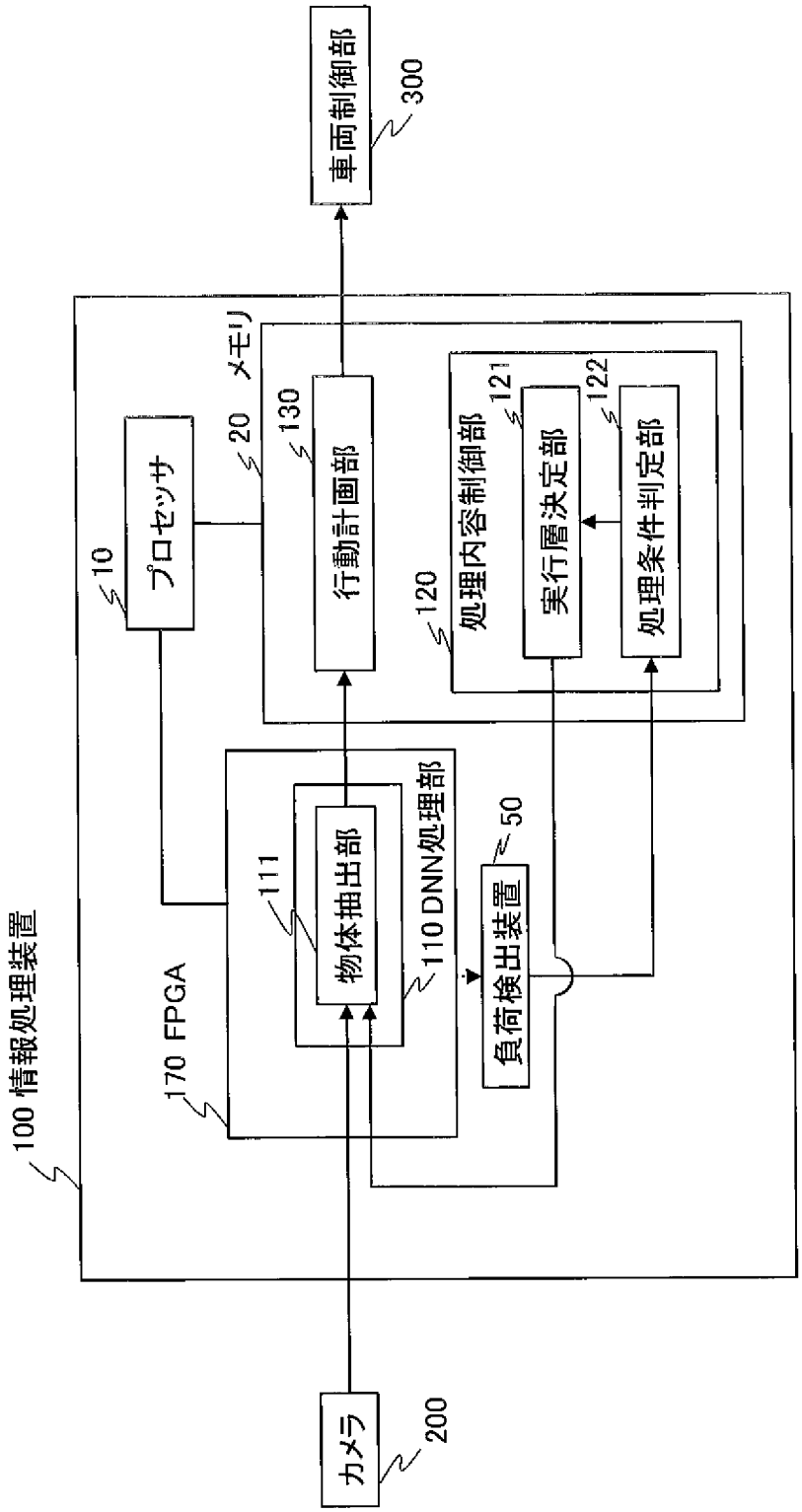
[図2]



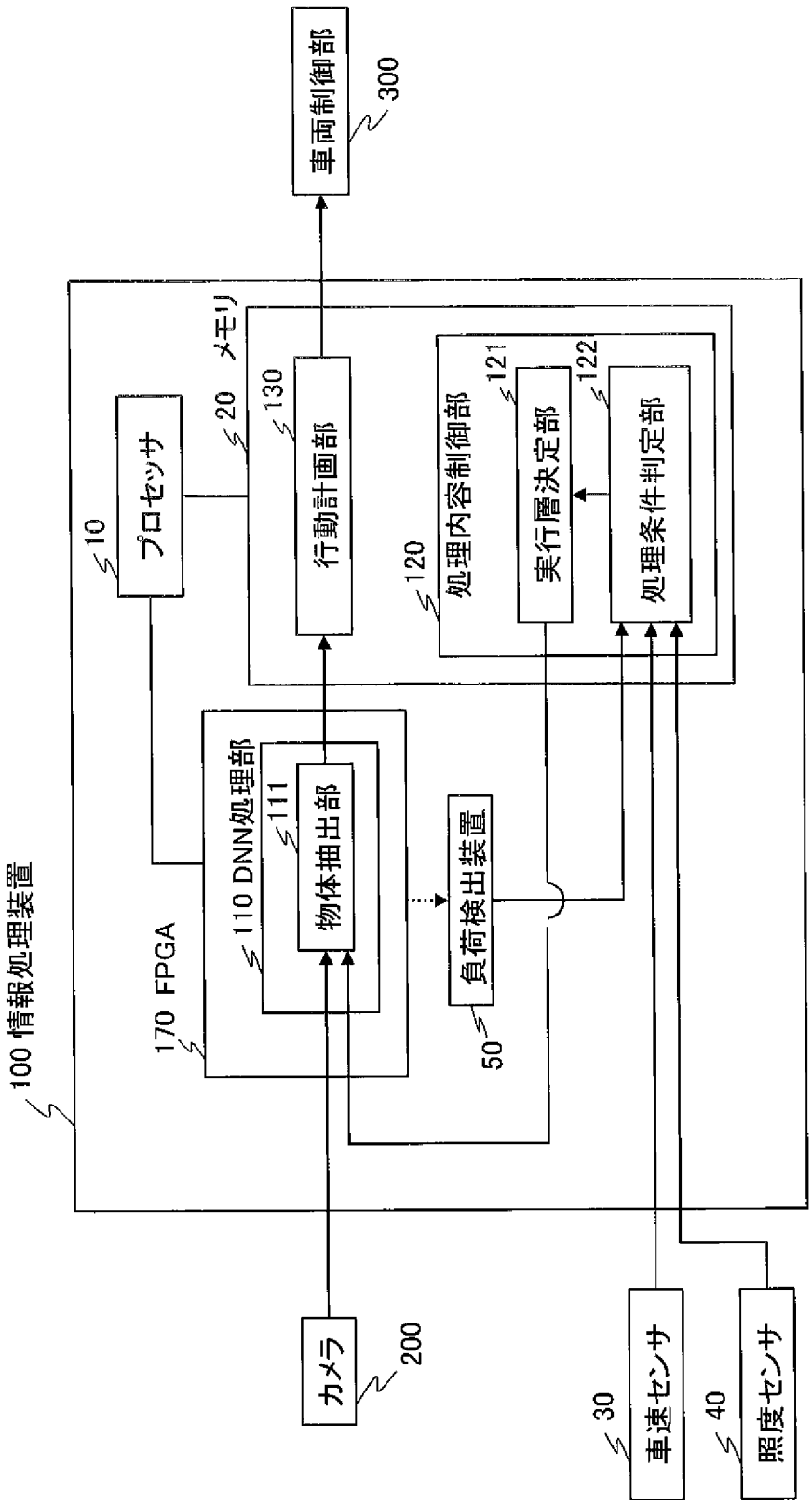
[図3]


車両制御部
300
100 情報処理装置
プロセッサ
10
20 メモリ
行動計画部
130
処理内容制御部
120
実行層決定部
121
処理条件判定部
122
物体抽出部
111
110 DNN処理部
170 FPGA
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40

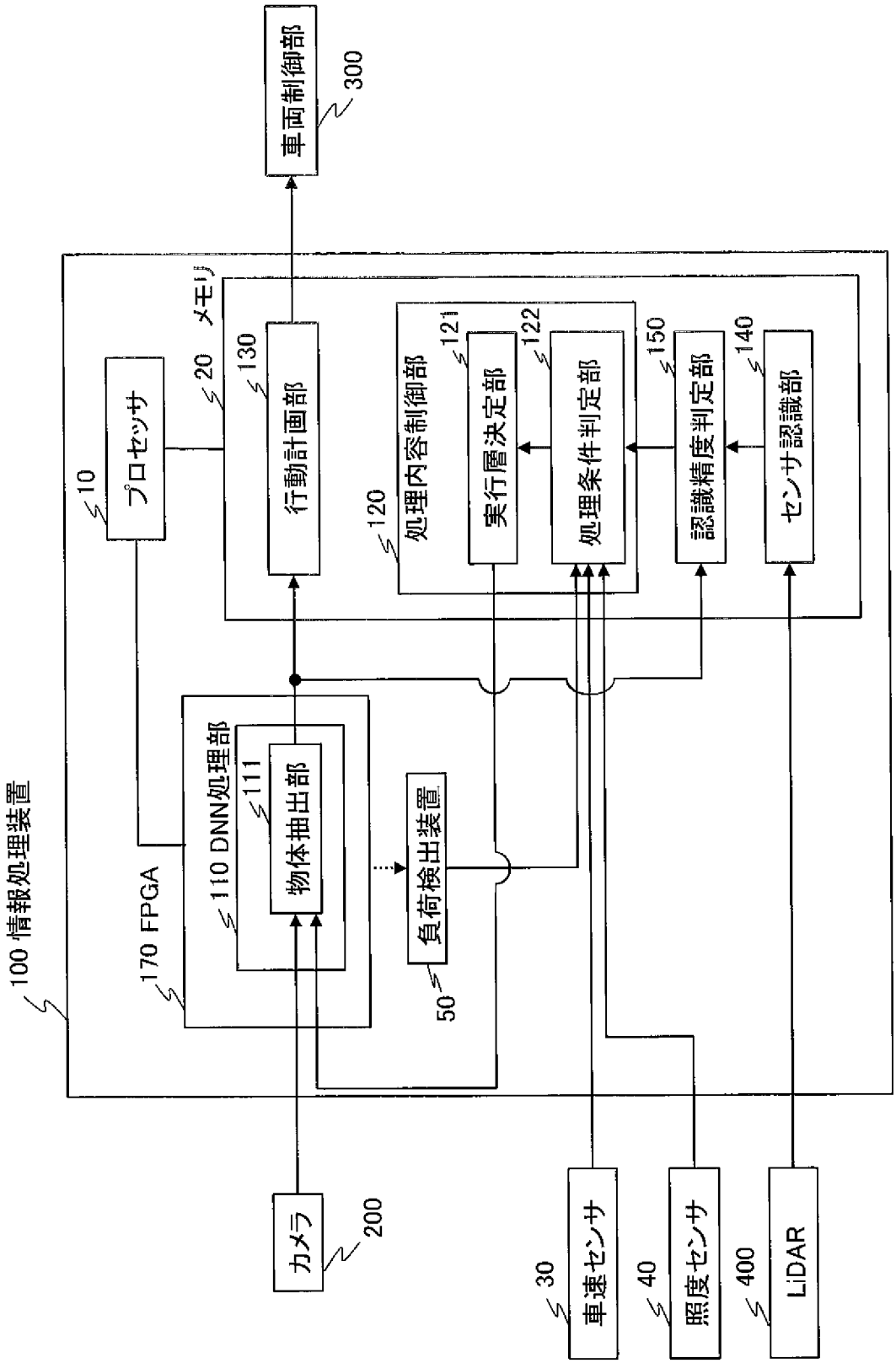
[図4]


車両制御部
300
100 情報処理装置
プロセッサ
10
メモリ
20
行動計画部
130
処理内容制御部
120
実行層決定部
121
処理条件判定部
122
170 FPGA
物体抽出部
111
110 DNN処理部
負荷検出装置
50
カメラ
200

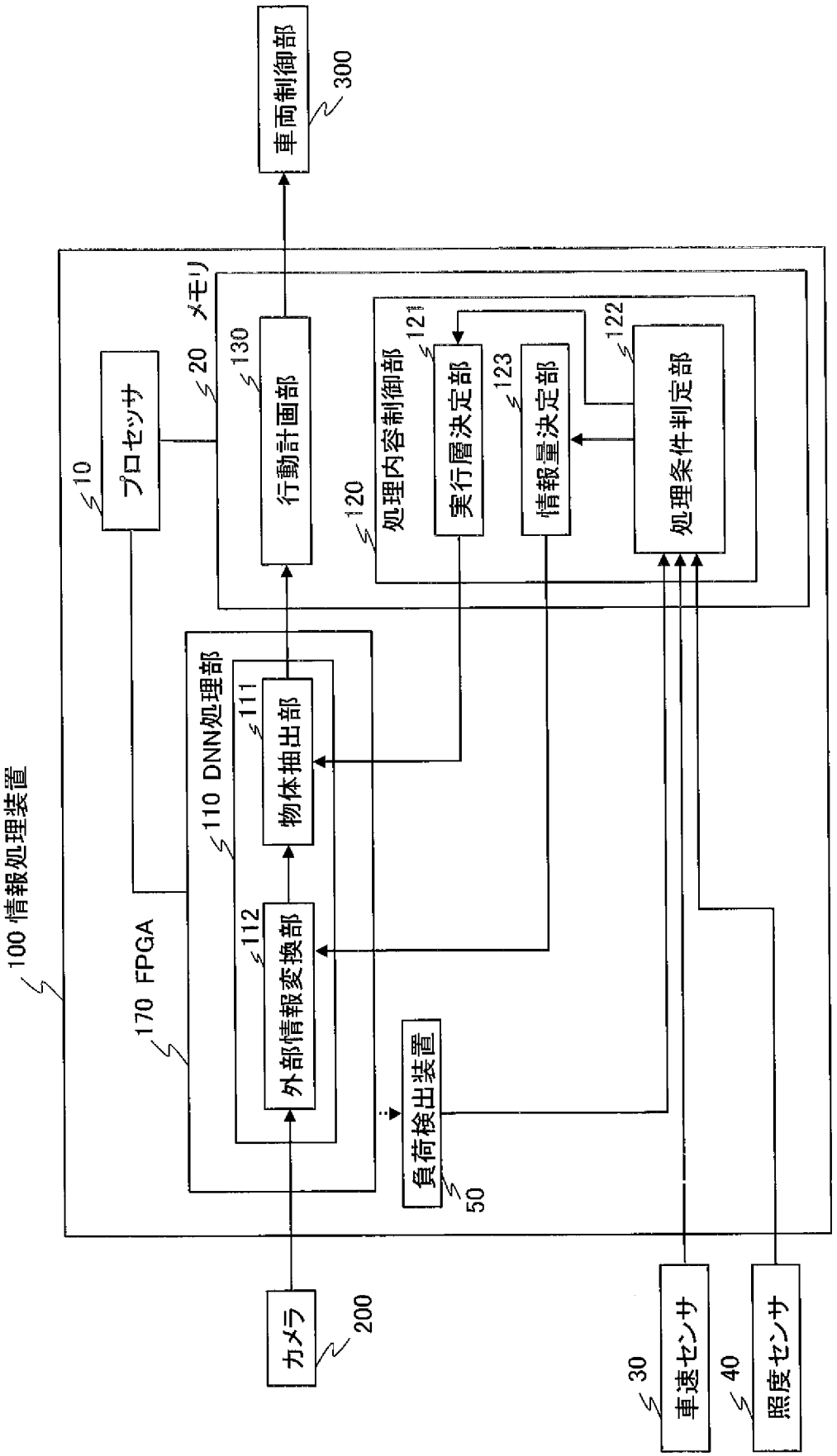
[図5]


100 情報処理装置
車両制御部
300
メモリ
20
プロセッサ
10
行動計画部
130
処理内容制御部
120
実行層決定部
121
処理条件判定部
122
170 FPGA
110 DNN処理部
物体抽出部
111
負荷検出装置
50
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40

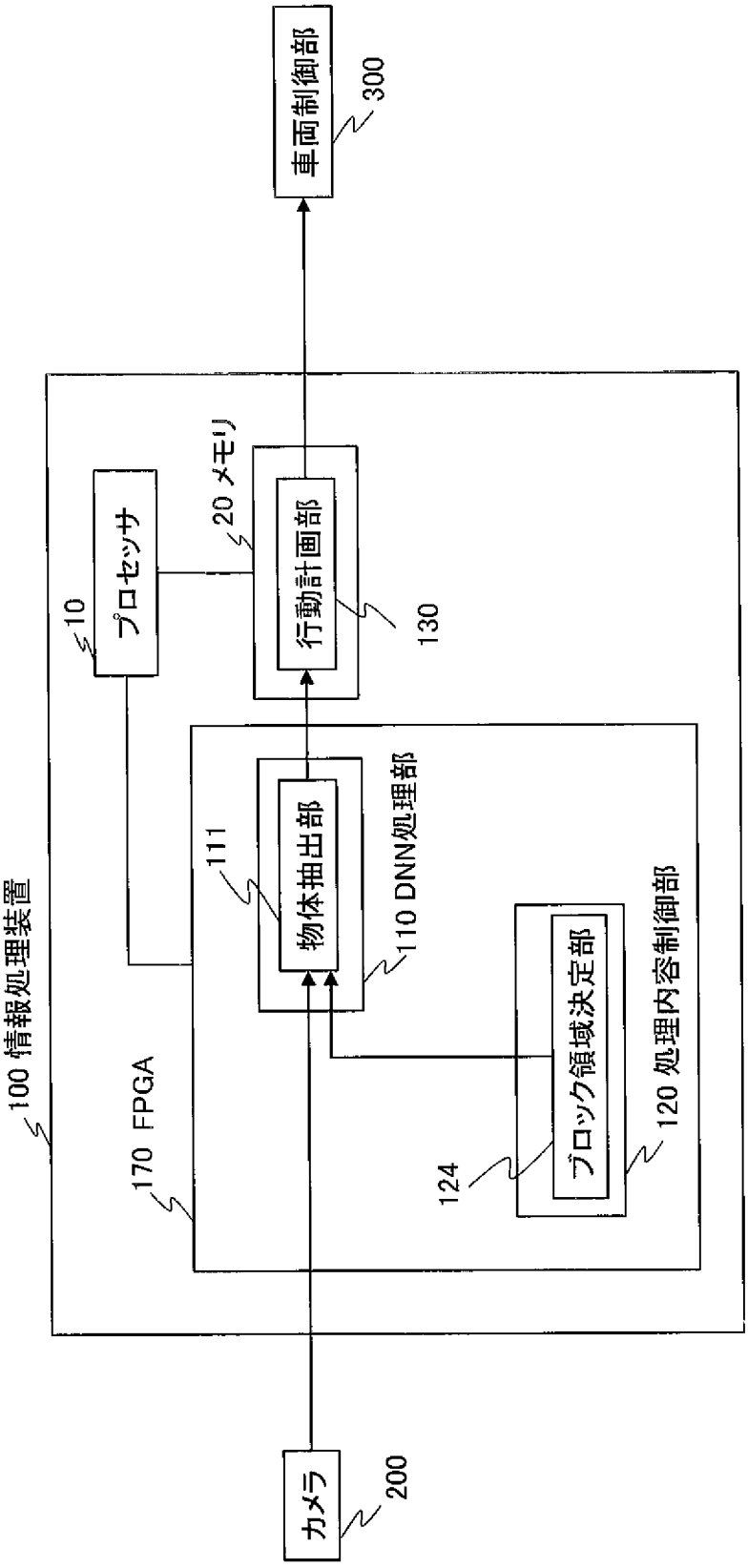
[図6]


100 情報処理装置
車両制御部
300
メモリ
20
プロセッサ
10
行動計画部
130
処理内容制御部
120
実行層決定部
121
処理条件判定部
122
認識精度判定部
150
センサ認識部
140
170 FPGA
110 DNN処理部
111
物体抽出部
負荷検出装置
50
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40
LiDAR
400

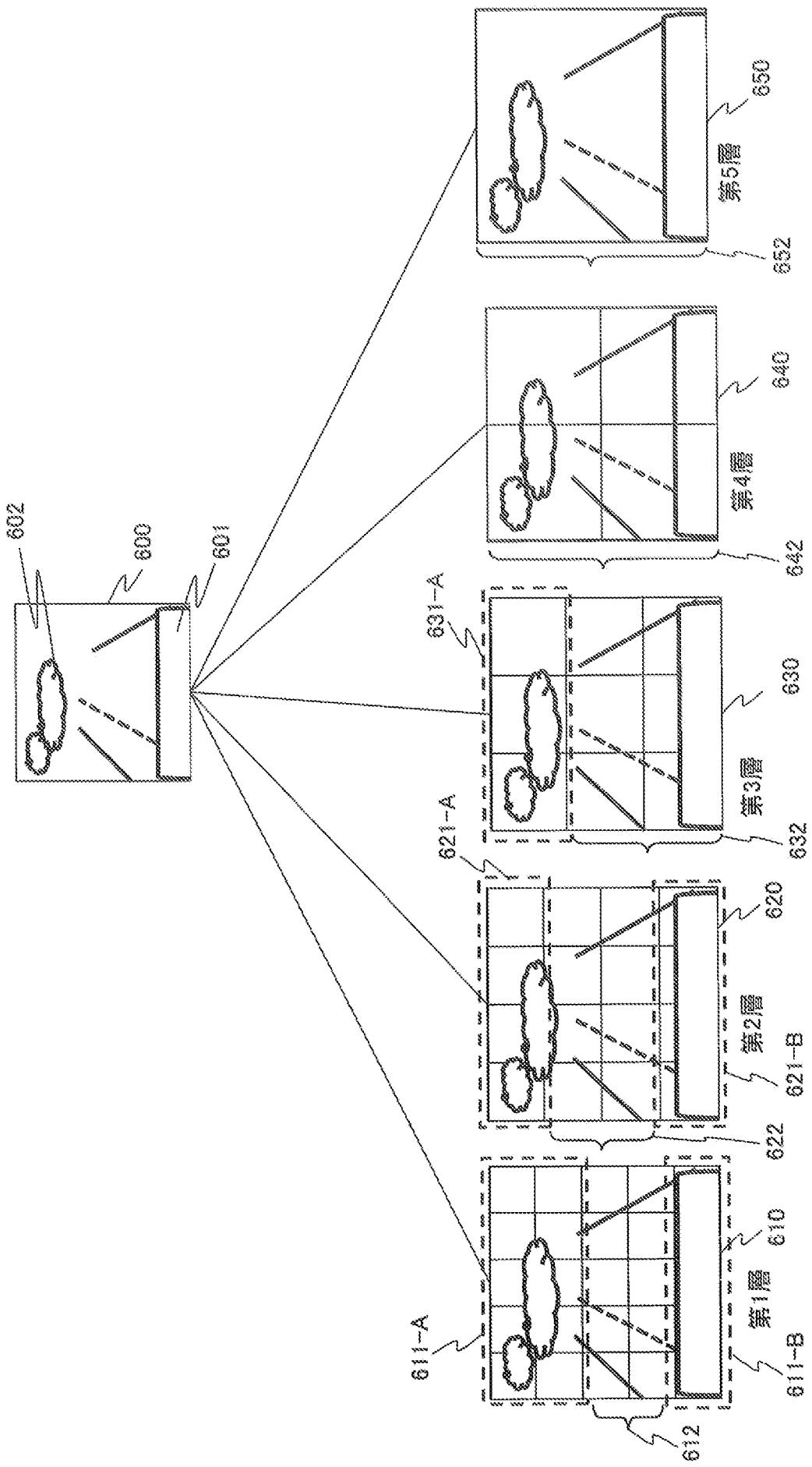
[図7]


100 情報処理装置
車両制御部
300
メモリ
20
プロセッサ
10
行動計画部
130
処理内容制御部
120
実行層決定部
121
情報量決定部
123
処理条件判定部
122
110 DNN処理部
物体抽出部
111
外部情報変換部
112
170 FPGA
負荷検出装置
50
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40

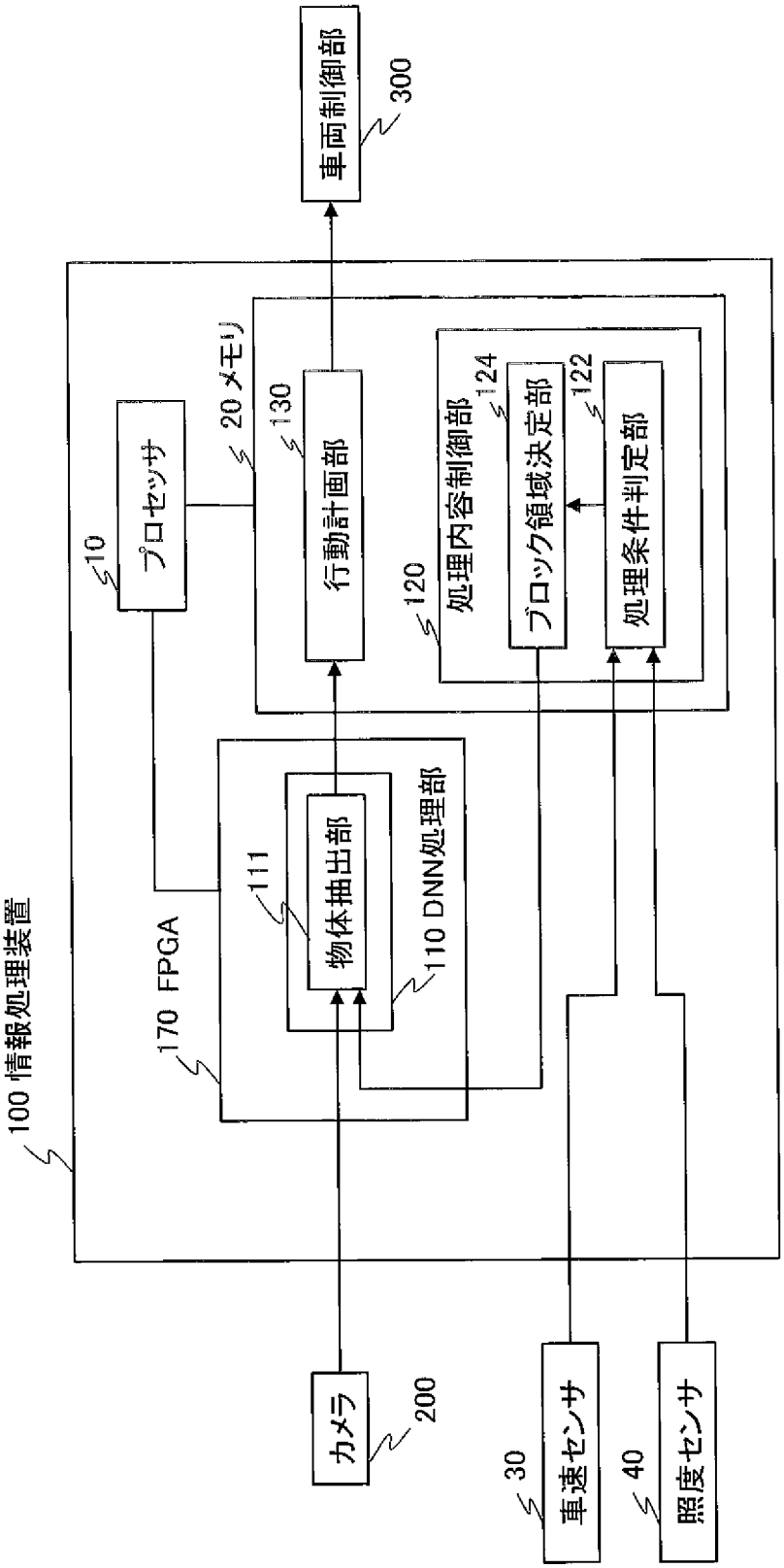
[図8]


車両制御部
300
100 情報処理装置
プロセッサ
10
20 メモリ
行動計画部
130
物体抽出部
111
110 DNN処理部
170 FPGA
ブロック領域決定部
124
120 処理内容制御部
カメラ
200

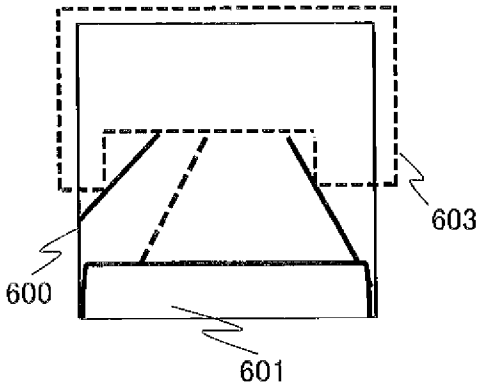
[図9]


602
600
601
650
第5層
652
640
第4層
642
631-A
630
第3層
632
621-A
620
第2層
621-B
622
611-A
610
第1層
611-B
612

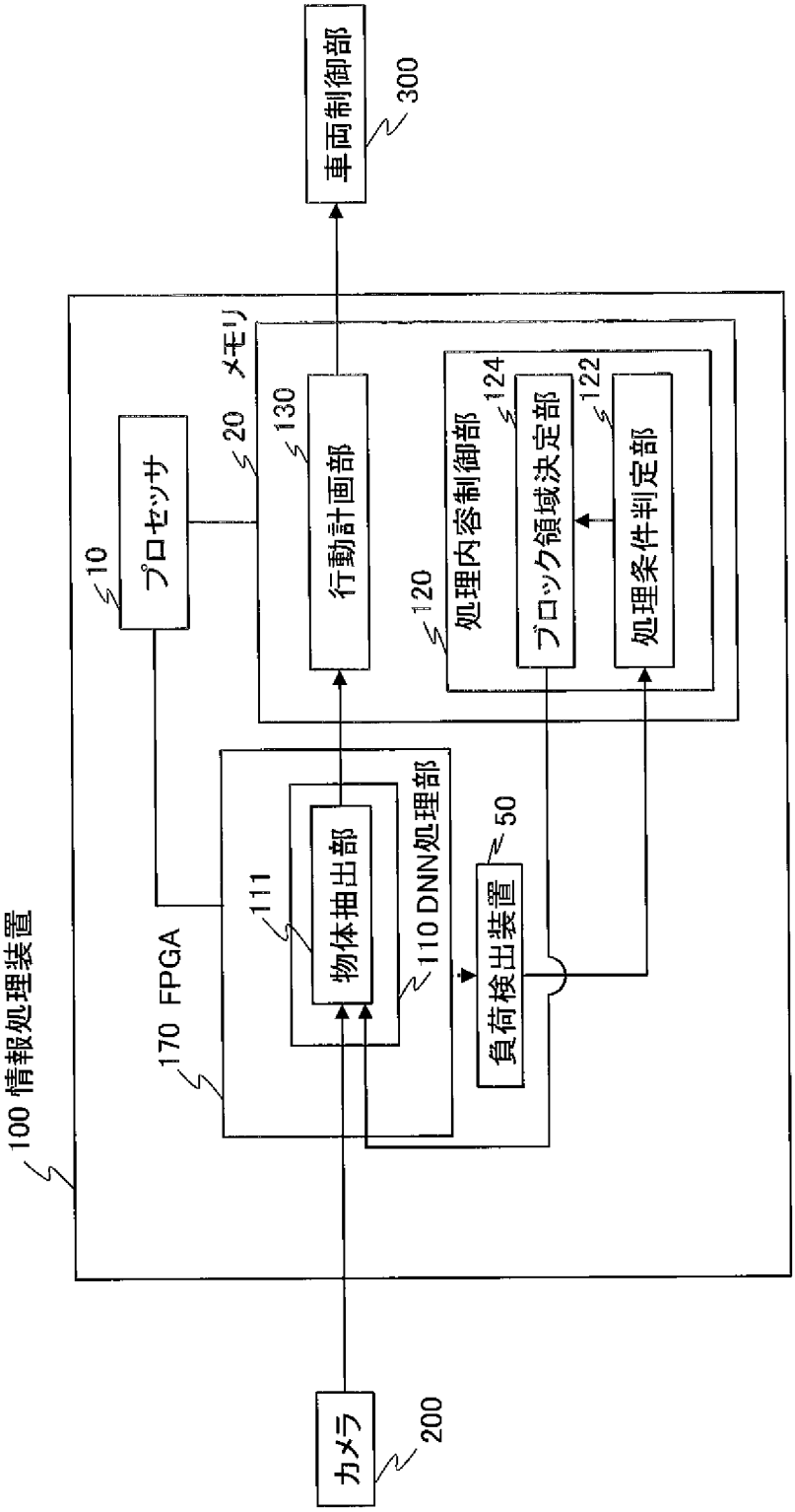
[図10]


車両制御部
300
100 情報処理装置
プロセッサ
10
20 メモリ
行動計画部
130
処理内容制御部
120
ブロック領域決定部
124
処理条件判定部
122
170 FPGA
物体抽出部
111
110 DNN処理部
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40

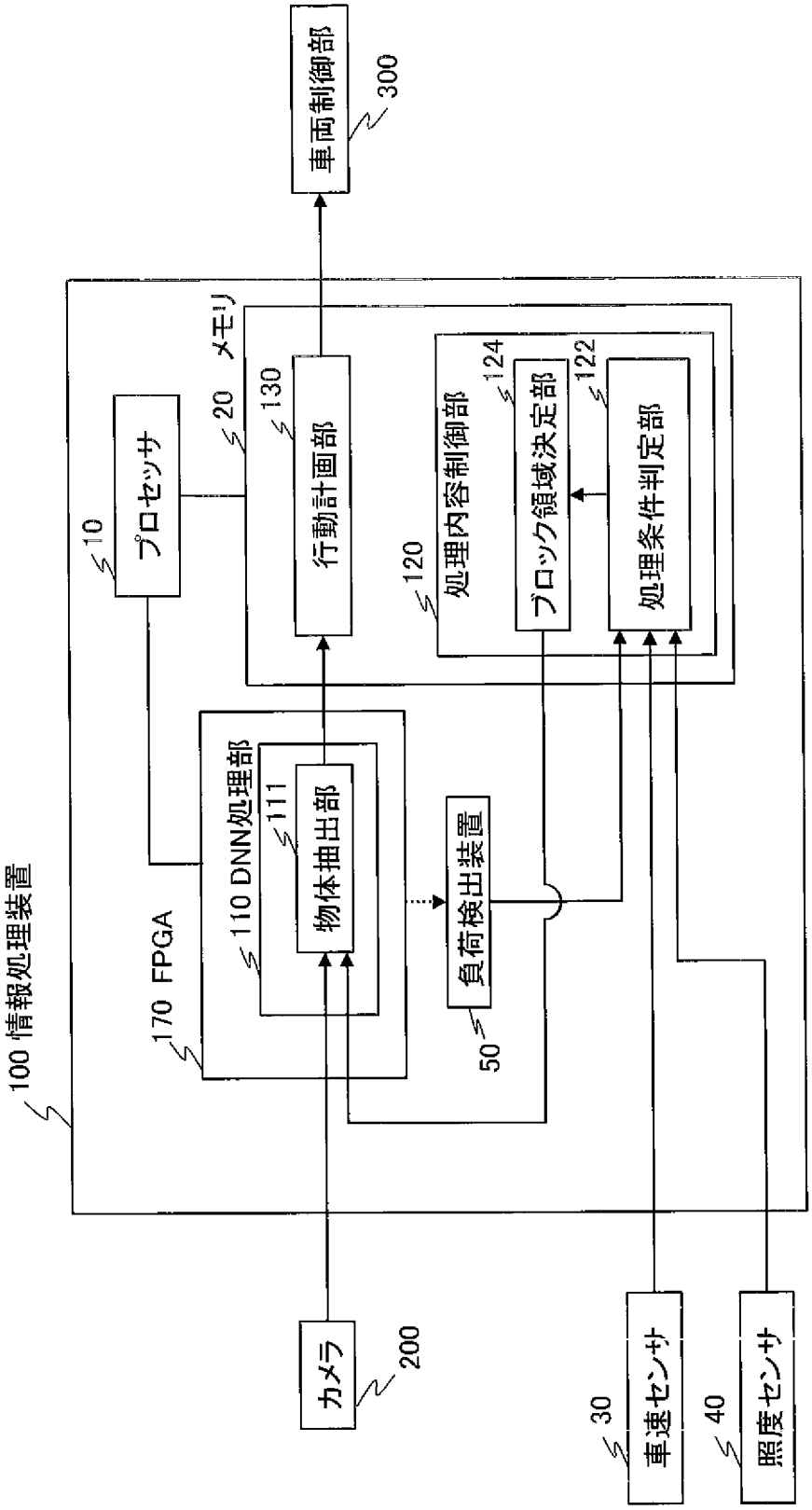
[図11]



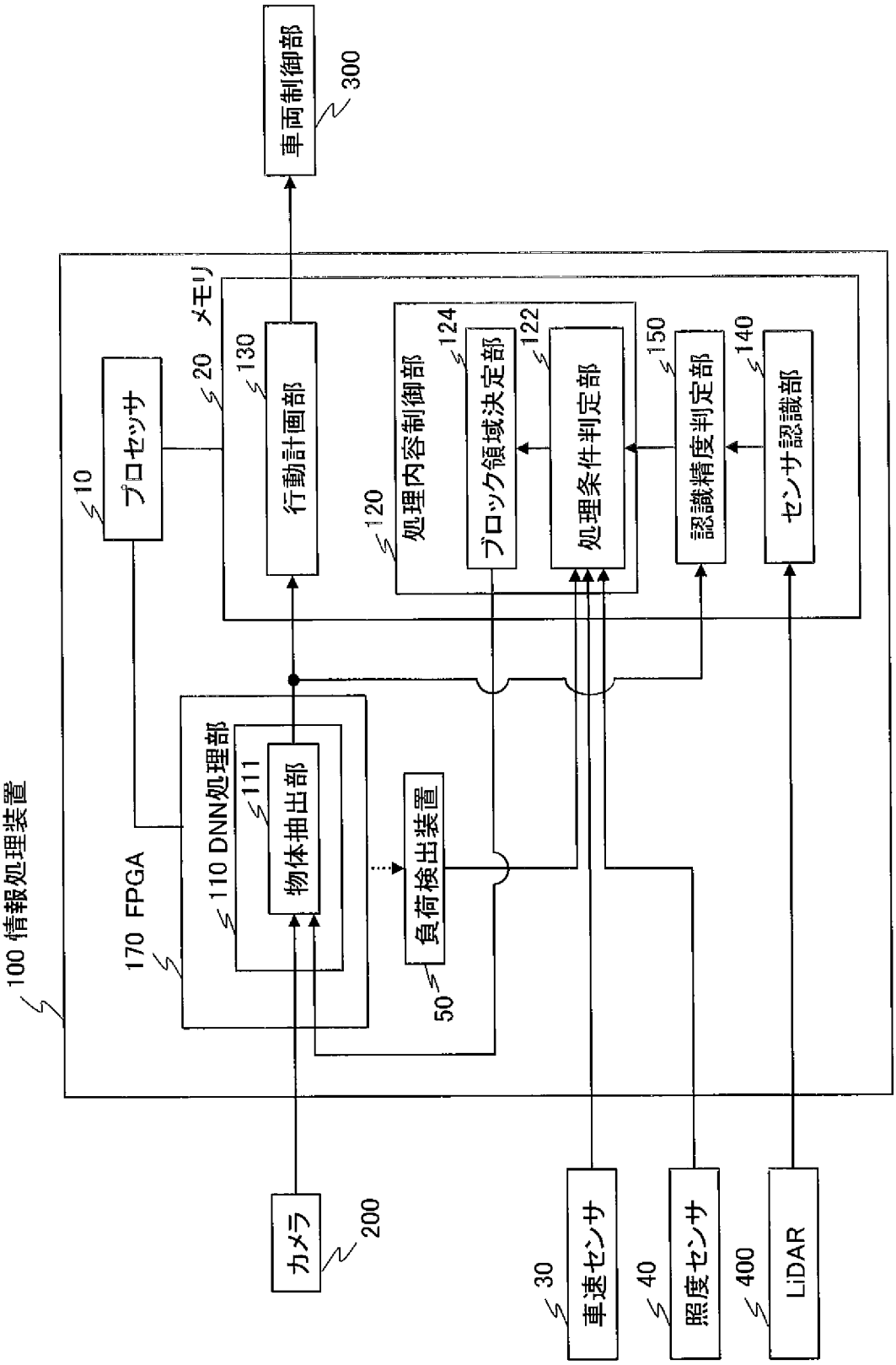
[図12]


車両制御部
300
100 情報処理装置
プロセッサ
10
メモリ
20
行動計画部
130
処理内容制御部
120
ブロック領域決定部
124
処理条件判定部
122
FPGA
170
物体抽出部
111
DNN処理部
110
負荷検出装置
50
カメラ
200

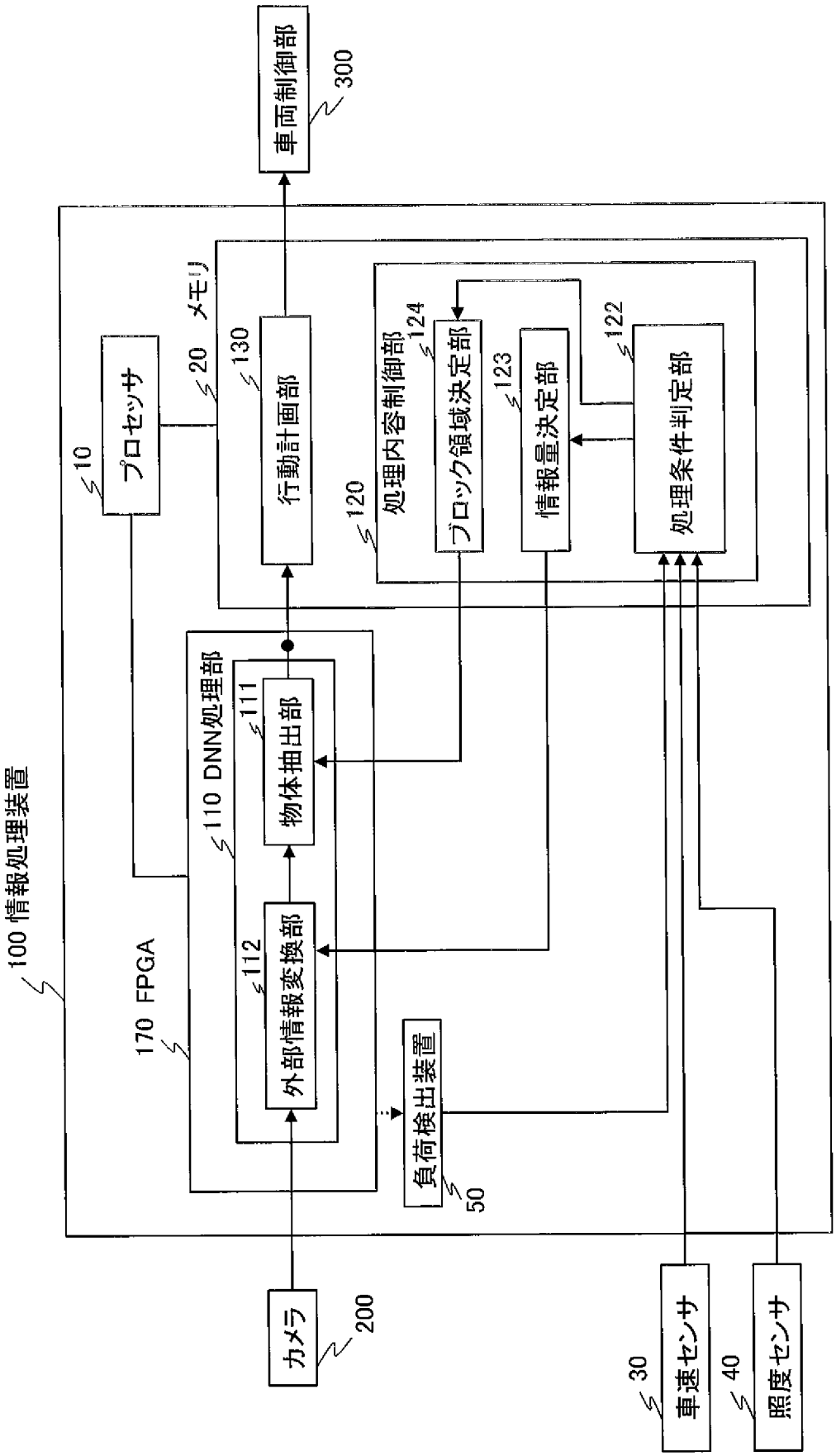
[図13]


車両制御部
300
100 情報処理装置
メモリ
20
プロセッサ
10
行動計画部
130
処理内容制御部
120
ブロック領域決定部
124
処理条件判定部
122
170 FPGA
110 DNN処理部
物体抽出部
111
負荷検出装置
50
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40

[図14]


100 情報処理装置
車両制御部
300
メモリ
20
プロセッサ
10
行動計画部
130
処理内容制御部
120
ブロック領域決定部
124
処理条件判定部
122
認識精度判定部
150
センサ認識部
140
170 FPGA
110 DNN処理部
物体抽出部
111
負荷検出装置
50
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40
LiDAR
400

[図15]


車両制御部
300
100 情報処理装置
プロセッサ
10
メモリ
20
行動計画部
130
処理内容制御部
120
ブロック領域決定部
124
情報量決定部
123
処理条件判定部
122
170 FPGA
110 DNN処理部
物体抽出部
111
外部情報変換部
112
負荷検出装置
50
カメラ
200
車速センサ
30
照度センサ
40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/046662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06T 7/00(2017.01)i
FI: G06T7/00 350C
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06T7/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2018-190045 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 29 November 2018 (2018-11-29) paragraphs [0009]-[0060], fig. 1-7	1-4 6 5
Y A	JP 07-057094 A (RICOH CO., LTD.) 03 March 1995 (1995-03-03) paragraph [0013]	6 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 March 2021 (17.03.2021)	30 March 2021 (30.03.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/046662

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2018-190045 A	29 Nov. 2018	US 2020/0143670 A1 paragraphs [0025]-[0081], fig. 1-7 WO 2018/198823 A1 CN 110494868 A	
JP 07-057094 A	03 Mar. 1995	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/046662

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T 7/00(2017.01)i
FI: G06T7/00 350C

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06T7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2018-190045 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 29.11.2018 (2018-11-29) 段落0009-0060, 図1-7	1-4
Y		6
A		5
Y	JP 07-057094 A (株式会社リコー) 03.03.1995 (1995-03-03) 段落0013	6
A		5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
17.03.2021	30.03.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
藤原　敬利 5H 3354
電話番号 03-3581-1101 内線 3531

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/046662

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-190045 A	29.11.2018	US 2020/0143670 A1 段落0025-0081，図1-7 WO 2018/198823 A1 CN 110494868 A	
JP 07-057094 A	03.03.1995	（ファミリーなし）	